

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STAVEBNÍ



Disertační práce

**ANALÝZA PŘÍČIN PORUCH STAVEB ZALOŽENÝCH
NA NESTABILNÍM PODLOŽÍ**

Autor:

Ing. Pavel Vlček

Školitel:

Doc. Ing. Karel KUBEČKA, Ph.D.

Vědní obor:

39-06-9 Teorie konstrukcí

Datum:

08/2012

Název : Analýza příčin poruch staveb založených na nestabilním podloží

Autor : Pavel Vlček, Ing.

Místo, rok, vydání : Ostrava, 2012, 1. vydání

Počet stran : 92

Vydala : Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

Katedra : Pozemního stavitelství 225

Tisk : VŠB-TU Ostrava

Náklad : 5 ks

ISBN : ISBN 978-80-248-2819-0

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkovala svému školiteli Doc. Ing. Karlu Kubečkovi, Ph.D. za odborné vedení práce a podporu, kterou mi poskytoval po celou dobu doktorského studia. Dále bych rád poděkoval panu Doc. Ing. Marianu Marschalkovi, Ph.D. za odborné rady a připomínky při častých konzultacích disertační práce. Rovněž chci poděkovat mé rodině za trpělivost a podporu, kterou mi věnovala při psaní disertační práce.

Obsah

PODĚKOVÁNÍ	3
OBSAH.....	4
ANOTACE.....	7
INTRODUCTION.....	7
1 ÚVOD.....	8
2 CÍL A OBSAH DISERTAČNÍ PRÁCE.....	10
3 METODY ZPRACOVÁNÍ.....	11
4 PŘEHLED O SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY – NEVHODNÉ (NESTABILNÍ) PODLOŽÍ	12
4.1 MĚKKÉ ÚZEMÍ	12
4.2 VYHLEDÁVÁNÍ KAVEREN	13
4.3 ELUVIÁLNÍ RELIÉF.....	13
4.4 PODDOLOVANÉ ÚZEMÍ	13
4.4.1 DILATACE OBJEKTŮ NA PODDOLOVANÉM ÚZEMÍ.....	14
4.4.2 HISTORIE DOLOVÁNÍ A UHELNÉHO PRŮMYSLU NA OSTRAVSKU	17
4.4.3 OTVÍRKY DOLŮ A PODNĚTY KUTACÍCH PRACÍ.....	17
4.4.4 ROZMACH TĚŽBY UHLÍ	18
4.4.5 NÁRŮST TĚŽBY A ODBYTU UHLÍ	18
4.4.6 VLIV TĚŽBY UHLÍ, HLUŠINY A VODY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	19
4.4.7 POVRCHOVÉ JEVI ZPŮSOBENÉ HLUBINOU TĚŽBOU	20
4.4.8 POKLESY KRAJINY.....	20
4.4.9 DOTČENÁ ÚZEMÍ DŮLNÍ ČINNOSTÍ (HLAVNÍ DŮLNÍ DÍLA, DEPONIE (HALDY) V ČESKÉ REPUBLICE – SOUČASNÝ STAV	22
4.4.10 DOTČENÁ ÚZEMÍ DŮLNÍ ČINNOSTÍ (HLAVNÍ DŮLNÍ DÍLA, FELONIE (HALDY) OKOLÍ OSTRAVY, OPAVY A KARVINÉ.....	23
4.4.11 OZNÁMENÁ DŮLNÍ DÍLA V ČESKÉ REPUBLICE.....	24
4.4.12 OZNÁMENÁ DŮLNÍ DÍLA – KRAJ MORAVSKOSLEZSKÝ (OSTRAVA A OKOLÍ)	25

4.4.13	SEDÁNÍ A POKLESY TERÉNU	26
4.4.14	MEZNÍ HODNOTY SEDNUTÍ.....	29
4.6	VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ – ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE.....	31
4.7	SPOJITÁ PŘETVOŘENÍ TERÉNU, PARAMETRY POKLESOVÉ KOTLINY	32
4.8	NESPOJITÁ PŘETVOŘENÍ TERÉNU.....	32
4.9	ZAKLÁDÁNÍ NA NÁSYPECH.....	34
4.10	NÁSYP VYHOTOVENÝ JAKO SKLÁDKA.....	38
4.11	INTERAKCE (SPOLUPŮSOBENÍ) ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ A ZÁKLADOVÉ PŮDY.....	39
4.12	SYSTÉM ZÁKLADOVÁ PŮDA – PLOŠNÝ ZÁKLAD A JEHO TUHOST	39
4.13	MODELOVÁNÍ INTERAKČNÍCH SOUSTAV.....	42
4.13.1	ZJEDNODUŠENÉ MODEL.....	42

5 PRŮBĚH TEPLOT NA POVRCHU PODLOŽÍ A V JEDNOTLIVÝCH HLOUBKÁCH POD POVRCHEM..... 46

5.1.1	ROČNÍ PŘENOS SIGNÁLU V PODLOŽÍ.....	46
5.1.2	PŘÍČINY SEZÓNŇÍCH ROZDÍLŮ U TEPLoty ZEMSKÉHO POVRCHU A PŘÍZEMNÍ TEPLoty VZDUCHU	47
5.1.3	PODPOVRCHOVÉ VLIVY NA SMĚREM DOLŮ SE ŠÍŘÍCÍ TEPLOTNÍ SIGNÁLY	47
5.1.4	DŮSLEDKY PRO DLOUHODOBOU VAZBU MEZI TEPLotOU ZEMSKÉHO POVRCHU A PŘÍZEMNÍ TEPLotOU VZDUCHU	48
5.1.5	PEVNOST ZMRZLÉ HORNINY	48
5.1.6	SHRNUTÍ.....	49

6 MEZNÍ STAVY ZÁKLADOVÉ PŮDY..... 50

6.2	GEOTECHNICKÉ KATEGORIE.....	51
6.2.1	1. GEOTECHNICKÁ KATEGORIE	51
6.2.2	2. GEOTECHNICKÁ KATEGORIE	52
6.2.3	3. GEOTECHNICKÁ KATEGORIE	52

7 METODY RIZIKOVÉ ANALÝZY PŘI POSUZOVÁNÍ VHODNOSTI ZÁKLADOVÝCH PODMÍNEK 53

7.1	RPN	53
7.2	SWOT ANALÝZA.....	54
7.3	APLIKACE SWOT ANALÝZY	56
7.4	VYUŽITÍ V OBLASTI EKONOMICKÝCH VÝPOČTŮ	57
7.5	STANOVENÍ KOEFICIENTU (DÍLČÍHO SOUČiniteLE) K	60
7.6	SWOT ANALÝZA – ORIENTAČNÍ POPIS JEDNOTLIVÝCH KROKŮ VÝPOČTU	63
7.6.1	HODNOCENÍ KRITÉRIA	63
7.6.2	VÁHOVÁNÍ	63
7.6.3	SOUČINITELE.....	63
7.7	SCHÉMA 1: PŘÍPRAVA SUBMATICE "S", NEBO "W", "O" A "T".....	64
7.8	DRUHÝ KROK	64
7.9	SILNÉ STRÁNKY PODLOŽÍ "S".....	65
7.10	SLABÉ STRÁNKY PODLOŽÍ "W"	66
7.11	PŘÍLEŽITOSTI PODLOŽÍ "O"	67
7.12	HROZBY PODLOŽÍ "T".....	68
7.13	UKÁZKA ROZDĚLENÍ JEDNOTLIVÝCH KRITÉRIÍ SWOT ANALÝZY DO GRAFŮ	70
7.13.1	SILNÉ STRÁNKY, SUBMATICE S.....	70
7.13.2	SLABÉ STRÁNKY, SUBMATICE W.....	71
7.13.3	MOŽNOSTI, SUBMATICE O.....	72

7.13.4	HROZBY, SUBMATICE T	73
8	<u>STAV PODLOŽÍ</u>	76
8.1	ZÁKLADNÍ TYPY ZEMIN	76
8.1.1	ZEMINY JEMNOZRNNÉ	77
8.1.2	ZEMINY PÍŠČITÉ	78
8.1.3	ZEMINY ŠTĚRKOVITÉ	79
8.2	PROGRAM P.S. PATKA 1.14 [46]	80
8.3	ROZMĚRY ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE	80
8.4	PODLOŽÍ	81
8.5	KOMBINACE ZATÍŽENÍ	82
8.6	ROZMĚRY ZÁKLADOVÝCH KONSTRUKCÍ	83
9	<u>VÝSLEDKY DISERTAČNÍ PRÁCE S UVEDENÍM NOVÝCH POZNATKŮ</u>	85
10	<u>ZÁVĚRY PRO REALIZACI V PRAXI A ROZVOJ VĚDNÍHO OBORU</u>	86
11	<u>POUŽITÁ LITERATURA</u>	87
11.1	NORMY	87
11.2	VYHLÁŠKY, ZÁKONY, SMĚRNICE	87
11.3	LITERATURA	88
11.4	PODKLADY	89
11.5	POČÍTAČOVÉ PROGRAMY	90
11.6	PODKLADY NA INTERNETU	90
12	<u>SEZNAM PUBLIKACÍ</u>	91

Anotace

Disertační práce se zabývá analýzou příčin poruch staveb založených na nestabilním podloží, přičemž příčiny těchto poruch vyhodnocuje. K vyhodnocení využívá nástrojů a metod rizikové analýzy, kterou aplikuje. Využívá metody tzv. SWOT analýzy, která je původně určená pro řízení firem jako nástroj managementu a aplikuje ji do technické oblasti. Pomocí této metody kategorizuje různé příčiny poruch založení a ověřuje možnost aplikovat tuto metodu na území určené k zástavbě.

Volba metody je spojená s nutností vícekritériálního posuzování problematika zakládání na nestabilním podloží z důvodu značného množství proměnných vstupujících do hodnocení, a proto byla zvolena právě metoda zvaná SWOT-analýza. Tato se v praktickém použití jeví jako srozumitelná pro praktické použití a umožňuje velmi logické a srozumitelné váhování jednotlivých kritérií.

Introduction

This thesis deals with the analysis of the causes of failures of buildings based on unstable ground, and evaluates the causes of these disorders. To evaluate the use of the tools and methods of risk analysis, which is applied. It uses a method called SWOT analysis, which is originally designed for business management as a management tool and applies it to a technical field. Using this method categorizes the different causes of failures of establishing and verifying the ability to apply this method to the area for development.

The choice of method is coupled with the need assessment of multicriteria problems of foundation on unstable soil because of the large number of variables entering the trials, and was chosen a method called SWOT-analysis. This is in practical use seems to be understandable for practical use and provides a very logical and understandable weighting of individual criteria.

1 Úvod

V současné době není běžně užíván oficiální nástroj, který by hodnotil zemní prostředí jako celek, zejména pak nestabilní podloží nebo celá území pro účely rozhodování o založení stavby, případně vlastní podloží s přihlédnutím k navazujícím vlivům. K problematice vhodnosti území přispívá práce na mapových podkladech, která je v současnosti prováděna na HGF VŠB-TU Ostrava [36] ÷ [39].

Dále také narůstá poptávka realitních kanceláří a developerů po jednoznačné kvantifikace rizikovitosti. Toto je možno využít při hodnocení a oceňování nejen již stávajících objektů, které jsou zakládány (založeny) na nestabilním podloží.

Tato zájmová území pak lze „pojmenovat“ pro rozhodovací fázi výstavby (pro stadium kdy se tvoří investiční záměr) z pohledu znalostí o podloží a také se znalostí k vlivům, které se založením stavby souvisí, jako například záplavová území, možnost zpevňování základové půdy, kolísání hladiny spodní vody a nebo chemické působení zemního prostředí, případně spodní vody na základové konstrukce a podobně. Nezajímavé jsou také například možná průmyslová seizmicita (vliv dopravy) a další.

Pro vznik poruch, jejich rozsahu a zejména ekonomické hodnocení důsledků vzniku těchto poruch je možno provést kategorizaci území, případně kategorizaci oblastí z pohledu výskytu určitých vrstev podloží a dalších ovlivňujících faktorů. U stávající zástavby pomocí dodatečně provedené kategorizace je pak možno provést i analýzu příčin vzniku těchto poruch; práce se omezuje na nestabilní podloží, přičemž pro úplnost zahrnuje i okrajově další ovlivňující vlivy.

Pro toto hodnocení byla zvolena metoda užívána v současné době ke zcela jiným účelům a to pro oblast řízení firem. Jedná se o logicko numerickou expertní metodu známou pod názvem SWOT analýza. Vhodnou úpravou této metody je možno hodnotit globální aspekty výstavby a to jak pro ekonomickou prognózu novostavby, tak pro hodnocení stávajících staveb z hlediska například ekonomické náročnosti likvidace škod. Nejširší uplatnění však může mít v oblasti cenové při obchodování s nemovitostmi. Výstupem pak mohou být například „mapy vhodnosti“ území v jakékoli podobě podle zvolených kritérií a požadavků uživatelů. Jedním z důsledků takového mapování je pak ekonomická stránka výstavby. Podoba se naskýtá například ve stanovení třídy staveníšť, jak ji známe z normy [3].

Největší výhodou této metody je schopnost váhování jednotlivých kritérií, to znamená schopnost pracovat s aspekty různých vah v jedné matici. Tak jako jiné logické a logicko numerické metody i tato metoda vyžaduje expertní přístup několika expertů – hodnotitelů, aby byly eliminovány chyby z titulu subjektivního pohledu na danou problematiku.

Volba podkladů pro hodnocení je samozřejmě také variabilní. Odpovídající přesnost lze získat upřesněnými podklady. To znamená, že pozitivní i negativní zkušenosti nejsou dílem odborného odhadu, ale jsou výsledkem sofistikovaného přístupu k hodnocení problému. U posuzování například mechanicko-fyzikálních charakteristik jednotlivých vrstev podloží

je proto výhodnější upřednostňovat používání údajů inženýrsko-geologického průzkumu před údaji z normy a samozřejmě údaji odborného odhadu experta (posuzovatele).

Kromě vlastního hodnocení území je možno stejnou metodou stanovit například jakýkoli dílčí součinitel nebo koeficient. Toto stanovení spočívá ve vzájemném přiřazení hodnot z intervalu hodnocení a hodnot intervalu platnosti daného koeficientu (kapitola 7.5, strana 60). Tento způsob najde uplatnění v oboru forenzních věd, konkrétně například při stanovení koeficientu K_6 používaného v komparační metodě odhadu nemovitostí, jak je dále popsáno (kapitola 7.5, strana 60). Toto využití je v současné době předmětem přihlášení certifikované metodiky, neboť doposud se tento koeficient nepočítal, ale stanovil se na základě úvahy znalce, přičemž měl reprezentovat „jiné nepostižitelné vlivy“.

2 Cíl a obsah disertační práce

Cílem disertační práce bylo provedení analýzy příčin poruch staveb z hlediska založení staveb na nestabilním podloží v návaznosti na [11]. Dílčí cíle je možno specifikovat následně:

- ověření parametrů nestabilního podloží;
- stanovení možností charakteristik nestabilního podloží;
- stanovení vlivů popisujících vhodnost podloží pro zakládání objektů;
- možnost uplatnění při jednoznačné kvantifikaci rizikovosti
- jednoznačná kvantifikace rizikovosti nachází své využití u realitních kanceláří, developerů;
- stanovení tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} zemin pro základové konstrukce;
- aplikace vypočtené výpočtové únosnosti R_{dt} zemin pro základové konstrukce v praxi.

V této disertační práci Analýza příčin poruch staveb založených na nestabilním podloží mají své místo také metody pro hodnocení vhodnosti podloží a větších celků – území z hlediska založení staveb. Z tohoto pohledu je zde celá řada proměnných faktorů, které mají vliv na vhodnost podloží. Některé vlivy jsou více, jiné méně důležité. Některé pak dominantní. Vzájemná nevyváženost vlivů jako vstupních parametrů do případného hodnocení zemního prostředí jako celku pak nutně vede na vícekritériální hodnocení daných vlastností. Naskýtá se tak příležitost pro využití některé z metod rizikové analýzy. Zatímco některé metody pracují výhradně s monokritériálními hledisky pro jednotlivé parametry, máme k dispozici obecné metody využívající váhování jednotlivých kritérií.

Tabulková výpočtová únosnost je stanovena pro základové konstrukce staveb:

- rodinné domy;
- stavby občanské vybavenosti;
- stavby se skeletovým konstrukčním systémem.

Rozměry základových konstrukcí jsou stanoveny na základě zkušeností odborníků s jejich návrhem a rovněž také s jejich realizací.

3 Metody zpracování

Pro dosažení cíle a splnění obsahu disertační práce byly zvoleny následující vědecké metody zpracování:

- Komparace dostupných informací o způsobu hodnocení zemního prostředí
- Komparace informací o anomáliích, poruchách a chybách v zakládání staveb
- Analýza příčin poruch staveb z titulu chyb v zakládání staveb a nebo nepředvídatelných jevech.
- Vizuální posouzení vybraných staveb u kterých došlo k projevu poruch, hodnocení jejich příčin a komparace těchto projevů s IGP.
- Ověření metod rizikové analýzy UMRA s SWOT pro případné použití pro hodnocení vad a poruch staveb a vhodnosti pro hodnocení příčin vad a poruch staveb.
- Aplikace postupů vyhodnocování, volba vhodné metody a její aplikace pro technické účely se zaměřením na hodnocení příčin poruch v důsledku vad v zakládání staveb nebo v důsledku absence technických parametrů.

4 Přehled o současném stavu problematiky – nevhodné (nestabilní) podloží

Každý průzkum staveniště je nutno přizpůsobit místním možným potenciálním problémům. Celkový pohled na možné hrozící nebezpečí stanovují geologické podmínky, které jsou rozhodujícím faktorem při stanovování míry významu jednotlivých typů a jejich výše. Většina takto hrozících nebezpečí může být eliminována již ve fázi teoretických příprav (studie).

Mezi základní typy nevhodného (nestabilního) podloží patří:

- sedání území;
- měkké území;
- vyhledávání kaveren;
- eluviální reliéf;
- poddolované území;
- sanované území v uhelné pánvi;
- vyhledávání šachet;
- závrtý;
- porušení svahu;
- zemětřesení;
- vulkány.

Tato kapitola se věnuje různým druhům nestabilního podloží, přičemž jejich charakter je pouze informativní pro poznání celého spektra geologických podmínek ve vztahu nestabilního podloží k tomu, že tyto poměry mají různé okrajové podmínky. Z toho důvodu by bylo velice obtížné tyto okrajové podmínky generalizovat.

4.1 Měkké území

Měkké území je většinou tvořeno:

- aluviálními jíly;
- jezerními sedimenty;
- organickými zeminami;
- mladými jíly;
- uměle vytvořené území;

Pro stanovení únosnosti takovýchto typů území je zapotřebí provést laboratorní testy za účelem stanovení únosnosti.

4.2 Vyhledávání kaveren

Kaverny jsou přirozené nebo umělé dutiny v hornině. Určení jejich přesné lokalizace je nevyzpytatelné. Dané místní stavební předpisy mohou v případě hrozícího nebezpečí kaveren provedení sond každých pět metrů z důvodu snížení rizika jejich výskytu např. při realizaci stavebního díla.

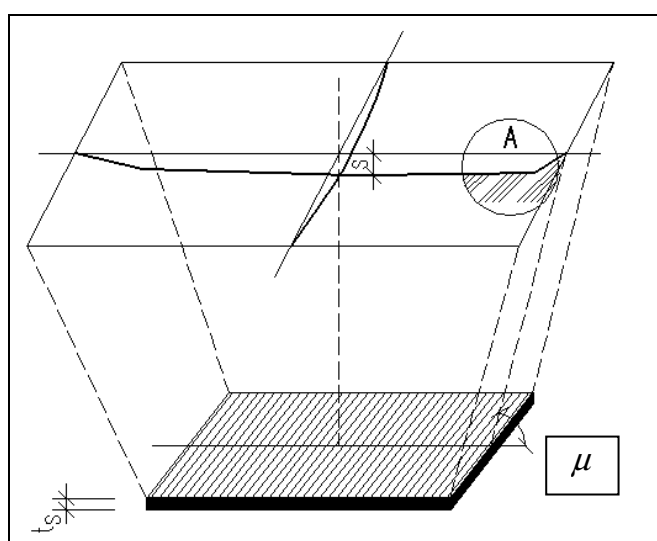
4.3 Eluviální reliéf

Eluviální reliéf může značný, způsobem ovlivnit zakládání staveb a tunelování (stavbu tunelů). Při tunelování v Eluviích se velmi spoléhá na realizované vrty jak z povrchu, tak na vrty realizované při postupu ražení. Vrty jsou ještě často doprovázeny realizací sond.

4.4 Poddolované území

Poddolované území je dle [3] definováno jako území v dosahu účinků hlubinného dobývání.

Poddolované území je charakterizováno poklesovou kotlinou, která je definována jako část zemského povrchu mísovitého nebo nálevkovitého tvaru, která vznikla poklesem nadloží do vyrubaného prostoru (viz *Obrázek 1*). Vlivem poklesu terénu pak dochází k relativnímu zvýšení hladiny podzemní vody. [3]



Obrázek 1: Poklesová kotlina

Legenda značek:

- A: je tzv. okrajové pásmo, které je rozhodující pro návrh zajištění povrchového objektu.
s: je tzv. uklidněná část, která má prakticky stejnou hloubku.
 μ : je mezní úhel vlivu dobývání sloje.
 t_s : je mocnost dobývané sloje.

Povrchové objekty nacházející se na poddolovaném území jsou během doby své životnosti vystaveny vlivu deformací terénu. [19]

Ty se mohou projevit v případě spojitého přetváření terénu jako zatížení nahodilá dlouhodobá stavebních konstrukcí od nerovnoměrných přetvoření základové půdy a v případě nespojitých přetvoření terénu jako nahodilá mimořádná zatížení. [2]

Co se týče využití území dotčeného důlní činností pro stavební činnost je nebezpečné dlouhodobé nerovnoměrné sedání, které má příbuzný charakter s tvarem poklesové kotliny.

Zajištěním stavebního objektu nebo technologického zařízení na poddolovaném území tedy můžeme chápat souhrn účinných opatření rozmanitého charakteru (koncepční, statická, konstrukční, provozní aj.), pomocí kterých vyloučíme nebo alespoň omezíme na přijatelnou míru očekávané vlivy poddolování. [19]

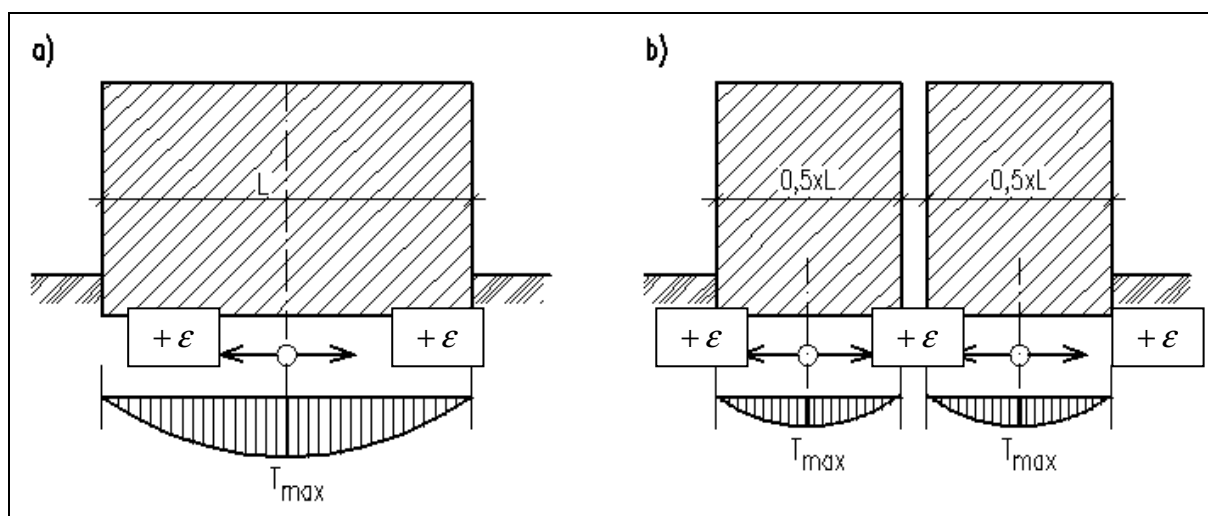
4.4.1 Dilatace objektů na poddolovaném území

Účinky parametrů přetvoření terénu s délkou objektu rostou většinou nelineárně. Proto se mají půdorysně větší objekty členit na menší dilatační celky. Vhodné jsou tvary pravoúhlé, čtvercové, kruhové nebo mnohoúhelníkové.

Nevhodné jsou tvary jakkoli půdorysně zalomené, tak i s vystupujícími křídly. Poměrné vodorovné přetvoření terénu ε takto půdorysně členěné objekty ohrožuje roztržením $+\varepsilon$ nebo zlomením $-\varepsilon$ (viz Obrázek 3). [19]

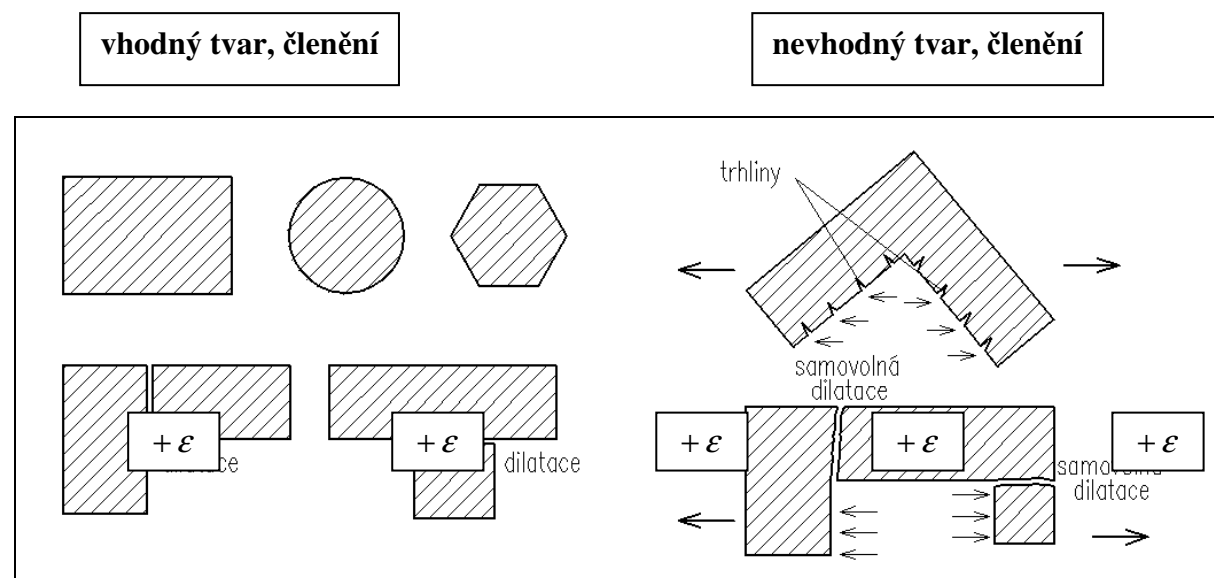
Při navrhování konstrukcí odolných proti účinkům poddolování jsou důležité čtyři koncepční zásady bez ohledu na poddajnost, druh a materiál nosných konstrukcí:

- 1) objekt by měl mít z hlediska odolnosti vůči projevům poddolování co nejmenší možné půdorysné rozměry, Objekty větších půdorysných rozměrů by se měly členit na menší dilatační celky; (viz Obrázek 2).



Obrázek 2 : Vliv půdorysné délky objektu na velikost vodorovné tahové síly od protažení terénu $+\epsilon$; a-nedilatovaný objekt, b-dilatovaný objekt.

- 2) Z hlediska tvaru je vhodný pravoúhlý (čtvercový) tvar. Kruhový a mnohoúhelníkový tvar je také vhodný. Naopak zcela nevhodné jsou objekty půdorysně zalomené . (viz Obrázek 3)



Obrázek 3 : Vliv půdorysného tvaru objektu na odolnost vůči vodorovnému přetvoření terénu.

- 3) Z hlediska hloubky založení má být objekt založen v co nejmenší hloubce. Nezámraznou hloubku je ovšem nutno dodržet bez výjimky. Odůvodnění tohoto řešení je zvýšená hodnota zemního tlaku na obvodovou konstrukci. Tato hodnota může dosáhnout až hodnoty pasivního zemního tlaku (tuto

hodnotu ovlivňuje druh základové půdy, půdorysná délka objektu a velikost poměrného vodorovného přetvoření).

- 4) Jednotlivé dilatační celky by měly být založeny v jedné výškové úrovni. V případě částečně podsklepených objektů způsobuje toto založení určitou mobilizaci zvýšeného tlaku zeminy.

Mimo výše uvedené čtyři koncepční zásady, které jsou důležité z hlediska odolnosti konstrukce vůči účinkům poddolování je nutno dodržovat např.:

- na poddolovaném území nepoužívat konstrukce, kterých únosnost a stabilitu ohrožují změny tvaru (zděné klenby);
- překlady nad dveřními a okenními otvory navrhovat a provádět tak, aby byly spojeny se ztužujícími věnci, v případě, že tak nelze učinit (vazníky jeřábových drah), zvětšujeme staticky nutnou úložnou délku o vypočtenou délku vodorovného posunu v uložení;
- v případě schodišťových konstrukcí je vhodnější volit konstrukci ocelovou a nebo monolitickou ze železobetonu;
- vedení vnitřních rozvodů se navrhuje tak, aby jeho vedení a kotvení sledovalo vzájemné pohyby dilatačních celků jak ve směru horizontálním, tak i ve směru vertikálním.

Tabulka 4-1: **Hodnoty korekčních součinitelů** $\mu_i, \mu_p, \mu_\varepsilon$

Druh deformace	Korekční součinitel	Hodnoty korekčních součinitelů		
		Při délce dilatačního úseku $L^{1)}$ ve směru přetvoření terénu [m]		
		méně než 15	15 - 30	nad 30
Naklonění i	μ_i	1,0 ²⁾	0,9	0,8
Křivost $p=1/R$	μ_p	1,0	0,85	0,7
Vodorovné poměrné přetvoření ε	μ_ε	1,0	0,85	0,7
¹⁾ U objektu kruhového půdorysu se uvažuje za délku L průměr základu.				
²⁾ U věžových objektů, které mají $L < 15$ m se zavádí $\mu_i = 15$.				

Pomocí korekčního součinitele μ (viz Tabulka 4-1) se přenásobují maximální hodnoty parametrů přetvoření terénu.

- 5) V případě panelových objektů musí mít tyto objekty zajištěny svislé konstrukce vodorovným ztužením.

4.4.2 Historie dolování a uhelného průmyslu na Ostravsku

Oproti jiným revírům českých zemí byly první počátky dolování na Ostravsku opožděny. To z důvodu velkých zásob dřeva v lesích, značného dodržování tradic a v neposlední řadě to byla i nedůvěra k novému palivu (uhlí). [18]

Velkou roli zde hrál také tehdejší stav cest. V případě dopravy dřeva bylo možno využít dopravu po vodě, což u uhlí nebylo na Ostravsku možné. [18]

4.4.3 Otvírky dolů a podněty kutacích prací

V prvopočátcích těžby nacházelo uhlí svůj odbyt pouze v bezprostřední blízkosti dolů. Zejména nedostatek tvrdého dřeva, které je potřebné k výrobě hutnického uhlí se začal projevovat kolem první poloviny 18. století. V té době se dováželo bukové dřevo z Karpat. Je možné říci, že omezený trh hrál rozhodující roli při postupném, ale pomalém vývoji uhelného revíru. [18]

Dalším problémem (překážkou) byla v té době se používající technologie topení. V případě spalování uhlí bylo zapotřebí vyššího tahu vzduchu, než při topení dřevem. Na pomalý rozvoj těžby uhlí měla rovněž vrchnost, jež vlastnila značná ložiska uhlí, ke kterým patřil příslušný pozemek. Vždy nešlo jen o nedůvěru vzhledem k novému palivu, ale o potíže technické a hospodářské. Je ovšem důležité si uvědomit, že investice do nového topeniště nebyla v tehdejší době při používání jednoduchých zařízení velká. [18]

Iniciativu při zahájení kutání a těžby uhlí projevilo na Ostravsku jen několik jedinců, kteří byli vedeni nejasnou nadějí na zisk z nového paliva (uhlí) nebo uznání a povýšení u těch, kteří pátrali po uhlí z pověření vrchnosti nebo státu. První pokusy hledání uhlí byly na severní Moravě a v těšínském Slezsku v 50. letech 18. století. První ověřený nález uhlí je datován z r. 1763 z polské (v současnosti Slezské) Ostravy, kde pátral po uhlí c. k. šichtmistr J. A. Alis. [18]

Navzdory tomu, že se Ostravské uhlí při zkouškách (u kovářů a zámečníků) osvědčilo, byly z důvodu finanční nesolventnosti státu a tehdejší vrchnosti byly další práce zpomaleny.

První uhelné doly byly stejně jako jinde, tak i na Ostravsku dost jednoduché. A to i v případě najímání znalců dolování i kvalifikovaných horníků z rudných dolů. Těžilo se jednak z malých hloubek, aby se nemuselo přistupovat k čerpání vody. Pravidelná těžba uhlí byla zahájena na Ostravsku v 80. a 90. letech 18. století. Určitý kladný vliv na zvýšení produkce uhlí mělo také zrušení mýt na silnici do Opavy v letech 1804 – 1806. [18]

Ve slezské části Ostravsko karvinského revíru dosáhla těžba uhlí v r. 1819 necelých 6000 tun, což je zhruba šest dnešních uhelných vlaků. [18]

4.4.4 Rozmach těžby uhlí

Pozitivní vliv na skutečný rozmach ostravsko-karvinského revíru mělo založení Vítkovických železáren (Rudolfova huť). Rychlý rozvoj spotřeby uhlí nastal v roce 1836, kdy byla v závodě uvedena do provozu vysoká pec, která používala kamenouhelného koksu. Jen v letech 1833 – 1841 čtyřikrát. Hlavním odběratelem uhlí byla stále vítkovická huť, ale také se začalo uhlí dodávat ve větší míře pomocí povozů do moravských cukrovarů a železáren, které v té době přecházely na koksové hutnění. V roce 1829 byly Vítkovické železářny téměř jediným odběratelem vytěženého uhlí. jejich odběr byl ročně 250 000 centýrů uhlí. Těžba uhlí byla také bezesporu podněcována dokončením dráhy do Moravské Ostravy. [18]

Obvyklý profil hloubených kutacích jam, kterými se hledalo uhelné ložisko se v polovině 40. let byl 380 × 190 cm. Vyztužování těchto jam bylo prováděno z použití dřeva. Hloubka dolů se pohybovala kolem 100 – 150 m. [18]

Všechny nevýhody objevující se při těžbě uhlí byly vyvažovány kromě velkých zásob uhlí. (které kromě Ostravska neměl žádný jiný kamenouhelný revír v českých zemích), tak také dobrou koksovatelností velké většiny slojí. Tyto uvedené výhody byly rozhodující proto, aby se z Ostravska stal nejdůležitější uhelný revír celé tehdejší monarchie. [18]

4.4.5 Nárůst těžby a odbytu uhlí

Dostatečný odbyt uhlí byl jednou ze základních podmínek, které určovaly tempo vývoje revíru. Až do 30. let 19. století byl však tento odbyt velmi omezený. Vlivem růstu spotřebního průmyslu a začínající stavbou železnic, která byla vyvolaná narůstající poptávkou po uhlí docházelo v revíru k postupnému spojování menších dolů a vzniku dolů velkých, které již byly vybaveny výkonnou technikou (stroje parní, těžní a vodotěžní). [18]

Stále, poměrně nízká produktivita práce vyvolala velkou potřebu nových pracovních sil (horníků a techniků). Stále rostoucí poptávka po uhlí znamenala poměrně vysoké výdělky.

Od 80. let nastal v českých zemích mohutný rozvoj všech průmyslových odvětví. Tato doba kladla vysoké požadavky na získání pro průmysl tehdy významných druhů surovin, čímž značně ovlivnila i rozvoj všech fází hornické činnosti od vyhledávání, přes těžbu, až po úpravnictví a hutnictví. Důležitým mezníkem byl rok 1789, kdy bylo uhlí vyhlášeno uhlí nerostem, který spadal pod režim horního zákona. V rozmezí let 1833 – 1841 vzrostla těžba uhlí v Ostravsko karvinském revíru čtyřikrát. Hlavním odběratelem byla stále ještě vítkovická huť, ale již se začínalo uhlí dodávat i do ostatních slezských měst, cukrovarů a železáren. [18]

4.4.6 Vliv těžby uhlí, hlušiny a vody na životní prostředí

Vliv hornické činnosti na životní prostředí je dlouhodobým jevem v každé těžební oblasti. Pokud se jedná o báňskou činnost, tak zde je pracovní prostředí specifické tím, že představuje prostředí, kde člověk část svého života prožívá v podzemí. Zde je důležité si uvědomit, že podmínky pod povrchem jsou odlišné. Tyto podmínky jsou často závislé na geologických strukturách horninového masivu, na fyzikálně – chemických procesech, ke kterým v něm dochází buď samovolně nebo pod vlivem zásahů člověka. [18]

K problematickým podmínkám pro zakládání staveb zařazujeme podloží z nasypané až prosedavé zeminy, území s účinky poddolování anebo území náchylné na sesuvy. Na takovýchto staveništích musíme při běžném průzkumu specifikovat i jejich osobitý charakter a na jeho účinky navrhovat způsob založení, případně podloží zlepšit. Co se týká možnosti zlepšování podloží, tak tato varianta je v mnoha případech dosti složitě proveditelná, a to jak z technického hlediska provádění (nejsme schopni zabránit zřícení objektu), tak i z hlediska ekonomického (nasazení strojů, jejichž cena je vysoká, použití drahých materiálů vhodných pro sanaci podloží). [18]

Množství (hmotnosti) uhlí, hlušiny a vody, které bylo vytěženo v části české hornoslezské pánve v letech 1782 – 2000 nelze přesně stanovit. Lze jej pouze rámcově kvantifikovat. [18]

V období od r. 1782 do r. 2000 bylo v OKR (Ostravsko karvinském revíru) vytěženo:

- 1,6 mld. tun uhlí
- 0,65 mld. tun hlušiny
- 40 mil. tun kalů

Celkově je důlní hornickou činností silně narušeno území o ploše 260 km². [18]

Tabulka 4-2: Na 1km² území dotčeného důlní činností připadá zatížení

materiál	množství
uhlí	6,15 mil. tun
hlušina	2,5 mil. tun
uhelné kaly	0,15 mil. tun
odčerpaná voda	8-12 mil. m ³

V období let 1782 – 2000 bylo v české části hornoslezské pánve odebráno 4,25 mld. tun (uhlí, hlušiny a vody), přičemž z plochy 1 km² bylo během cca 200 let odebráno 16,35 mil. tun (uhlí, hornin a vody). (Tabulka 4-2). [18]

4.4.7 *Povrchové jevy způsobené hlubinou těžbou*

Hlubinná těžba je příčinou k vytvoření podzemních dutin, které vzniknou po vytěžení uhelné sloje. Tyto dutiny jsou postupně zavalovány nadložními horninami. Následně pak dochází k poklesům terénu, což se projevuje relativním stoupáním hladiny podzemní vody a větším či menším poškozením povrchových objektů (tzv. důlní škody). [18]

Zvodněné poklesové kotliny bývaly často využívány jako místa pro deponie kalů a hlušin, které vznikaly při úpravě uhlí. Nedílnou součástí téměř všech dolů bylo zakládání tzv. odvalů, které sloužily pro ukládání hlušiny a lze je považovat za charakteristický rys hornické krajiny. Možnosti využití části hlušiny spočívaly v sanaci poklesů (nasypáváním hrází podél vodních toků, násypy spodních staveb silnic a železnic). [3]

Z dolů odváděné množství vody, které činilo v 70. letech cca 19 mil. m³ vykazuje značnou salinitu. V současnosti je součástí každého dolu vybudován uzavřený kalový oběh a čistírna odpadních vod, takže by nemělo docházet k odvádění žádného množství chloridů do povrchových toků. [27]

Hlavním a zároveň nejnebezpečnějším důlním plynem, který souvisí s důlní činností je metan. Problém vystupování tohoto plynu tížil Ostravsko karvinský revír již v 19. století. Ke zvýraznění výstupu tohoto plynu přispělo po roce 1990 uzavření většiny dolů a zastavení větrání jejich důlních prostor. Součástí dobývání spodních slojí a přechodem do sedlových slojí bylo jak na Ostravsku, tak i na Karvinsku projevy indukované seismicity (důlní otřesy), které se svou povahou blíží zemětřesení. Pomocí lokální monitorovací sítě je v hornicky aktivní karvinské části monitorováno přes 30 000 seismických jevů. Velká část těchto jevů má seismický efekt, který není v žádném případě zanedbatelný. [19]

4.4.8 *Poklesy krajiny*

Hlavním projevem hlubinného dobývání jsou deformace zemského povrchu, které jsou provázeny deformacemi a v mnohých případech dokonce destrukcemi celých objektů. Velikosti jednotlivých deformací jsou přímo úměrné jednak mocnosti slojí a odrubané ploše a v neposlední řadě jsou závislé na intenzitě dolování (dobývacích prací). Hodnoty skutečných poklesů od prvního dobývání dosahují v Ostravě někdy až 20 metrů (pokles slezskoostravského hradu je 14 m). Zástupcem nakloněných objektů na Karvinsku je barokní kostel sv. Petra z Alcantary z r. 1735 (viz *Obrázek 4*).

V důsledku poddolování zde došlo k poklesu půdy o 37 metrů a vychýlení kostela o 6,8 stupňů. [47]

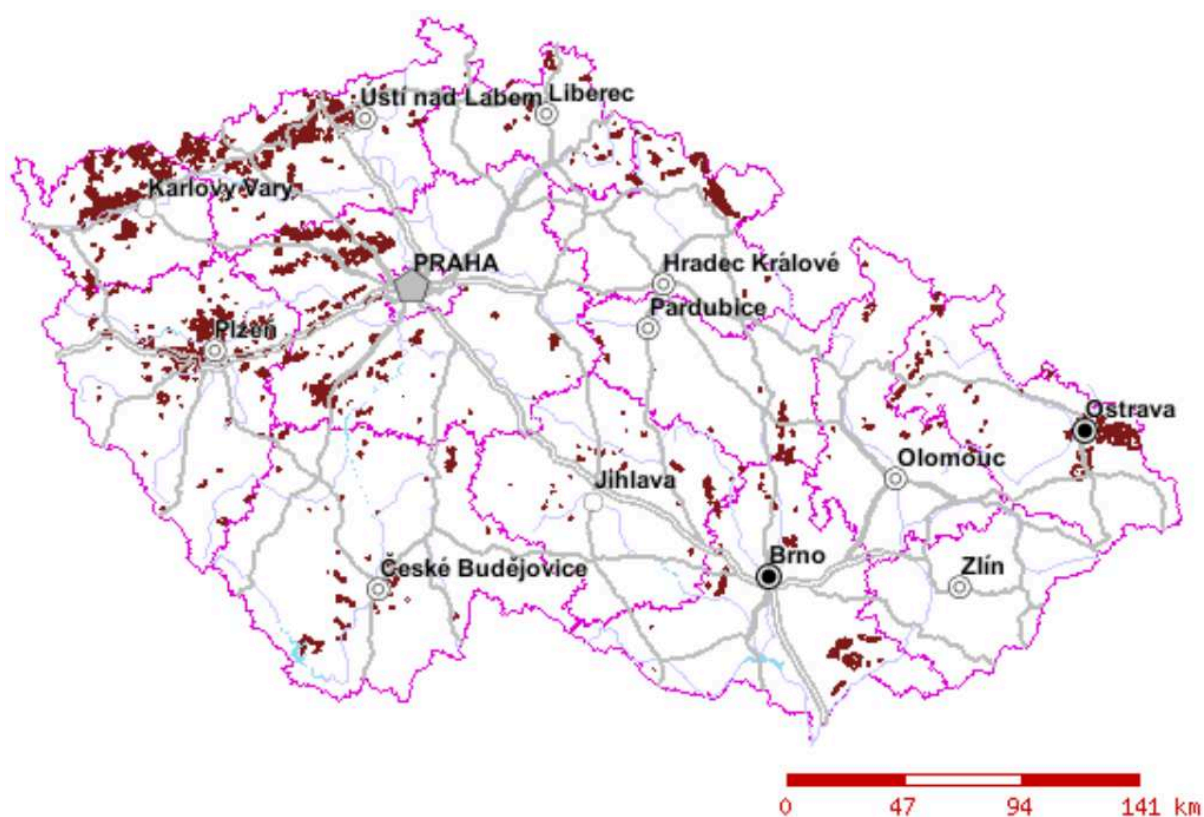


Obrázek 4 : Vliv půdorysného tvaru objektu na odolnost vůči vodorovnému přetvoření terénu.

4.4.9 Dotčená území důlní činností (hlavní důlní díla, deponie (haldy) v České republice – současný stav

Značná část území České republiky (viz Obrázek 5) je vlivem důlní činnosti dotčena jejími účinky (ať už se jedná o vlastní dolování nebo zakládání na násypech, haldách a hlušině.) . Důlní činností se rozumí např. těžba černého uhlí, která je typická pro Moravskoslezský kraj nebo např. povrchová těžba hnědého uhlí (oblast Podkrušnohoří.).

Celkově je důlní hornickou činností v České republice silně narušeno území o ploše cca 260 km² [18]. Velikost území vlivem stále probíhající těžby a dozrívajících účinků poddolování narůstá.



Obrázek 5: Vlivy důlní činnosti (poddolovaná území, hlavní důlní díla, deponie (haldy) v České republice [48]

Legenda:



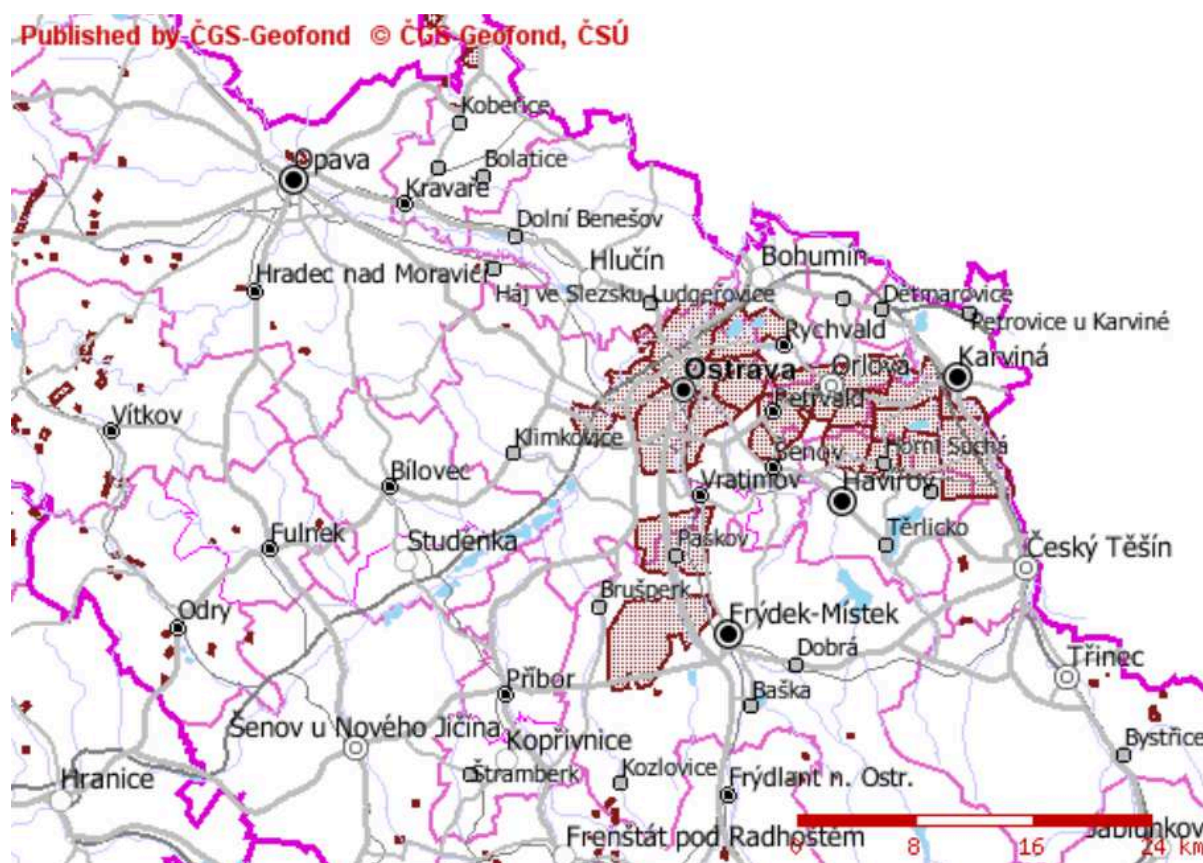
Poddolovaná území – plocha

4.4.10 Dotčená území důlní činností (hlavní důlní díla, felonie (haldy) okolí Ostravy, Opavy a Karviné

Toto území bylo, jak je uvedeno výše (viz kapitola 4.4.4, strana 18) silně ovlivněno nálezem uhlí a následným rozvojem hornické a průmyslové činnosti.

Do budoucna se jeví jako značně problematická především otázka restrukturalizace tohoto starého průmyslového regionu. Značně jednostranně zaměřená odvětvová struktura, dominance velkých podniků, vytvářející kulturu závislosti a oslabující podnikatelskou aktivitu, nepříliš inovativně zaměřené regionální prostředí a určitá setrvačnost zakořeněných návyků představuje bariéru při přechodu k post-industriální společnosti s dominantním terciárním a kvartérním sektorem.

Okolí Ostravy, tzv. Ostravsko - karvinský revír vzhledem k území celé České republiky, které je dotčeno důlní činností (viz Obrázek 5) patří mezi území dotčena touto činností ve větší míře, což je patrné na níže uvedeném obrázku (viz Obrázek 6).



Obrázek 6: Vlivy důlní činnosti (poddolovaná území, hlavní důlní díla, deponie (haldy) v okolí Ostravy a Opavy [48]

Legenda:



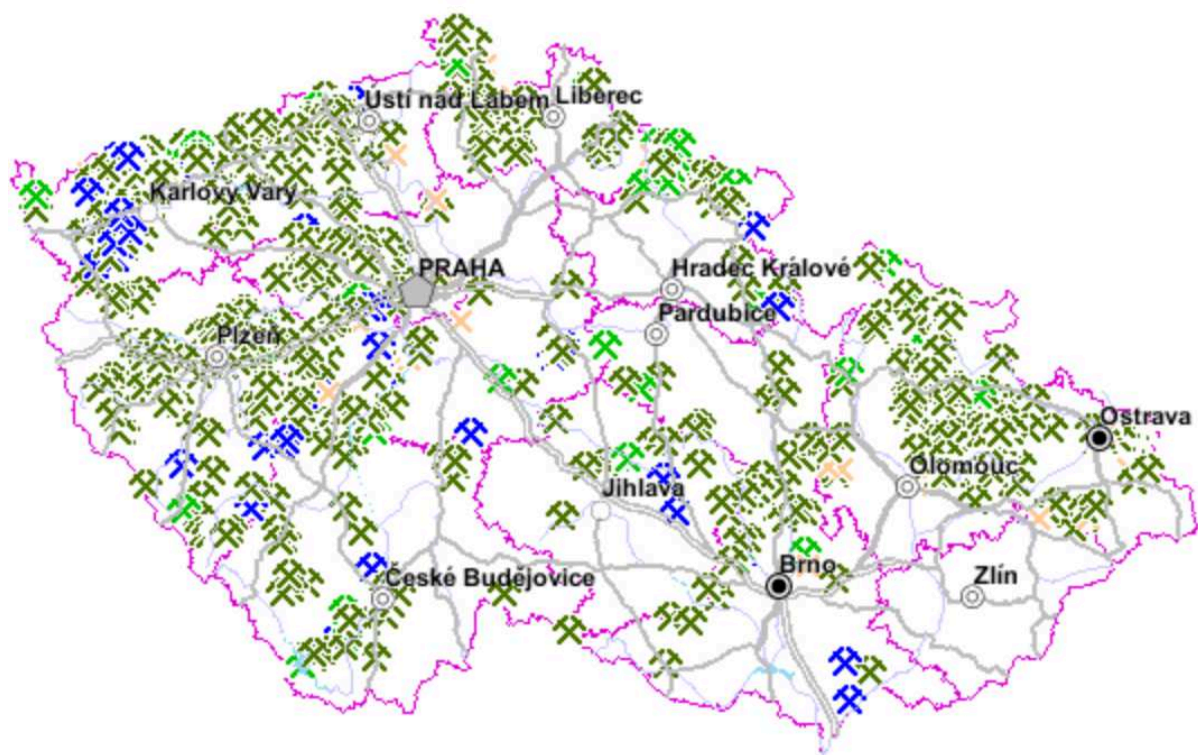
Poddolovaná území – plocha

4.4.11 Oznámená důlní díla v České republice

Šetřením ČGS - Geofondu je každý oznámený objekt zařazen do příslušné kategorie (typ díla). Rozlišují se:





- stará důlní díla (SDD);
- opuštěná průzkumná důlní díla (OPDD), provozovaná ze státních prostředků v rámci geologického průzkumu, která nebyla po ukončení prací předána těžbě;
- opuštěná důlní díla (ODD), díla mimo provoz, která mají svého majitele nebo jeho právního nástupce;
- ostatní objekty (jiné), většinou podzemní prostory, které byly vyraženy za jiným účelem než pro těžbu a průzkum nerostných surovin.

V rámci jednotlivých oznámení může být uvedeno i více důlních děl (objektů). Na níže uvedeném obrázku (viz *Obrázek 7*) je zobrazena mapa oznámených důlních děl.



Obrázek 7: oznámená důlní díla – Česká republika [48]

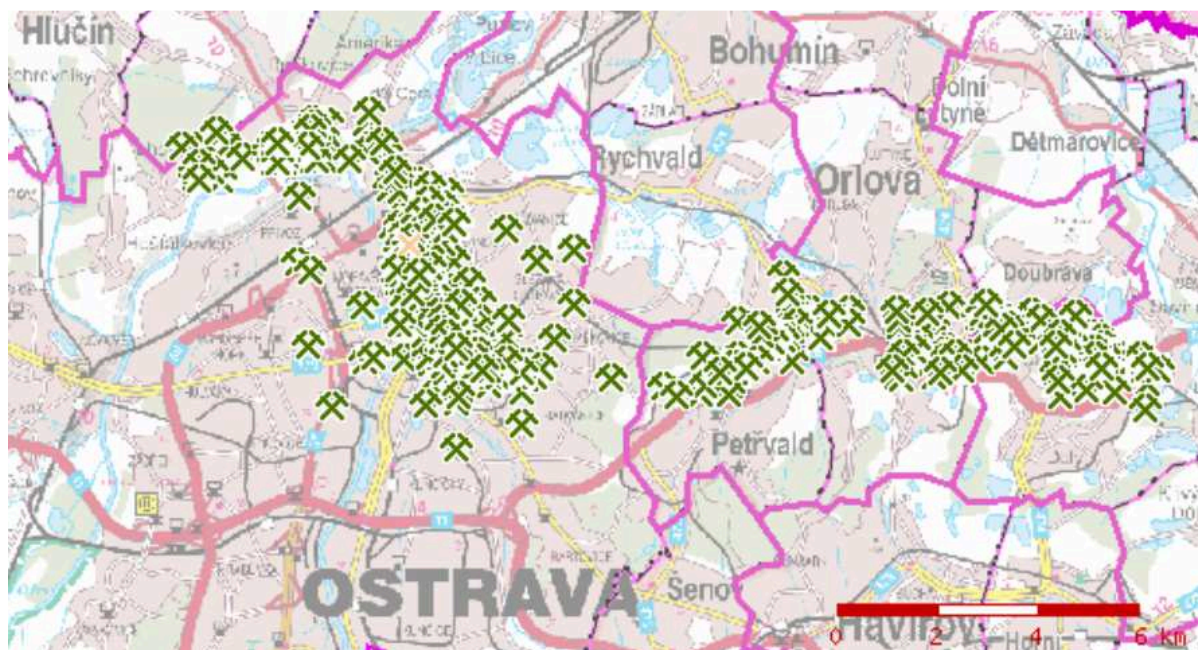
Legenda:

-  opuštěná průzkumná důlní díla
-  opuštěná důlní díla
-  stará důlní díla
-  ostatní důlní díla

4.4.12 Oznámená důlní díla – kraj Moravskoslezský (Ostrava a okolí)





Moravskoslezský kraj je vlivem rozsáhlé těžby uhlí, jejíž počátek sahá až do 50-tých let 18. století značně dotčen důlní činností a jejími projevy (viz kapitola 4.4.3, strana 17).

Dle [17] je za staré důlní dílo označováno takové dílo, které je opuštěné a jehož původní provozovatel ani právní nástupce neexistuje nebo není znám. Tato díla rozlišujeme:



Obrázek 8: Oznámená důlní díla – kraj Moravskoslezský (Ostrava a okolí) [48]

Legenda:

-  opuštěná průzkumná důlní díla
-  opuštěná důlní díla
-  stará důlní díla
-  ostatní důlní díla

Jak je patrné z výše uvedeného obrázku (viz Obrázek 8), je samotné město Ostrava a jeho blízké okolí oproti jiným městům (krajům) velmi hustě pokryto různými typy důlních děl, což svědčí o značném nerostném bohatství v podobě černého uhlí. Uhlí bylo, je a určitě ještě v dlouhé době bude využíváno nejen drobnými spotřebiteli (majiteli rodinných domů s kotlem na tuhá paliva), ale také velkých průmyslových závodů nacházejícími se ať už v Moravskoslezském kraji nebo přímo v Ostravě (viz kapitola 4.4.4, strana 18).

4.4.13 Sedání a poklesy terénu

Ve většině případů, které se při řešení otázek zakládání staveb vyskytnou se setkáváme s podložím, které umožňuje využití standardních postupů. Často se však vyskytnou podmínky, kterým musíme při projektování základů věnovat mimořádnou pozornost. V případě, že tak neučiníme, na objektu mohou nastat projevy nekvalitního založení, objekt můžeme používat jen s omezením anebo jen tehdy, pokud základy rekonstruujeme. [27]

K problematickým podmínkám pro zakládání staveb zařazujeme podloží z nasycené až prosedavé zeminy, území s účinky poddolování anebo území náchylné na sesuvy. Na takovýchto staveništích musíme při běžném průzkumu specifikovat i jejich osobitý charakter a na jeho účinky navrhovat způsob založení, případně podloží zlepšit.

Dalším aspektem, úzce souvisejícím s touto problematikou je ten, že nastala potřeba společnosti využívat k výstavbě i ty plochy, které byly prozatím klasifikovány jako nevhodné k zástavbě. Mimo jiné se jedná o plochy, kde se základová půda sestává z odpadu vzniklém při těžbě nerostů anebo kde tvoří základovou půdu průmyslový odpad. Nesmíme opomenout ani problematiku poddolovaného území.

Hodnoty sednutí rostou úměrně s délkou stran, pokud jsou podobného tvaru, případně rostou úměrně druhé odmocnině plochy základové spáry (v případě různého tvaru). Tento zákon je ovšem platný pouze v určitých mezích. Neplatí pro základy velmi malých rozměrů, kde se sedání může se zvětšující šířkou zmenšovat a také u velkých základů, kde může růst sedání pomaleji.

Sedání má různý časový průběh a je známo, že k podstatnému sedání stavby dochází již při její vlastní realizaci (šterkopískové a šterkové zeminy).

Při určení velikosti sedání početně je důležité dávat pozor na to, aby výpočty odpovídaly skutečnému stavu. Toto je podmíněno nejen podrobným studiem vlastností základové půdy, ale také vzít do úvahy změny, které mohou nastat v podloží při provádění prací (stavebních). [27]

Celkové sedání násypu s_{\max} pro posouzení na mezního stavu použitelnosti stanovíme jako součet všech druhů vyskytujících se deformací. [21]

$$s_{\max} = \sum_{j=1}^n s_{j,1} + s_{j,2} + s_{j,3} + s_{j,4} + \dots + s_{j,n} \quad (4.1)$$

kde např: s_1 je deformace způsobená zatížením podloží základu objektem (m);

s_2 je deformace vyvolaná stlačením podloží násypu;

s_3 je deformace, kterou způsobilo případné snížení hladiny podzemní vody;

s_4 je deformace násypové zeminy způsobená obsahem organických příměsí (m).

4.4.13.1 Rovnoměrně sedání podloží

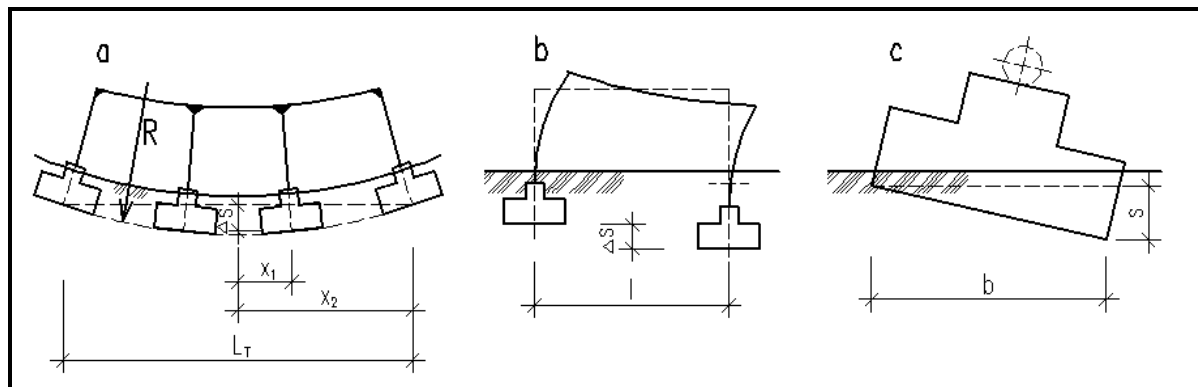
Při žádném projevu sedání nesmí dojít k ohrožení stavby. Základová konstrukce se navrhuje na maximální dovolené zatížení základové půdy a musí tak být zajištěno rovnoměrné sedání.

Rovnoměrné sedání podloží není zdrojem vynucených přetvoření a napětí v základech a nadzákladových konstrukcích.

4.4.13.2 Nerovnoměrně sedání podloží

Nerovnoměrné sedání vyvolávají průhyb, pootočení, naklonění jak základů, tak také nadzákladových konstrukcí (viz Obrázek 9).

Příčinou nerovnoměrného sedání je špatné rozložení zatížení, odlišné hloubky základů v porovnání se sousedními objekty a v neposlední řadě ho také ovlivňuje nehomogenní základová půda. V případě nerovnoměrného sedání může docházet například ke vzniku trhlin v obvodových (vnitřních) konstrukcích (dochází k porušení mezního stavu použitelnosti (viz kapitola 6.1.1, strana 50) anebo poškození hydroizolační vrstvy spodní stavby (viz Obrázek 9, Obrázek 11, Obrázek 12, Obrázek 13, Obrázek 14).



Obrázek 9 : Nerovnoměrné složky sedání: a) relativní průhyb $\Delta s / L_T$; b) relativní pokles (úhlové přetvoření) $\Delta s / L$; c) naklonění $\Delta s / b$

Na níže uvedených obrázcích (viz Obrázek 17, Obrázek 18, Obrázek 5) je uvedena konkrétní skladba podloží, které je vytvořeno různými navážkami až do hloubky 8,7 m od upraveného terénu. Jedná se o podloží, které je situováno pod Správní budovou Ostravských komunikací [45]

Podloží, ve kterém je objekt správní budovy Ostravských komunikací založen sestává z násypu, kde primární složku tvoří odpad z těžby, tedy průmyslový odpad, jako je například

hlušina, břidlice, která dále ještě zvětrává a přispívá tak více k nerovnoměrnému sedání a projevům poruch

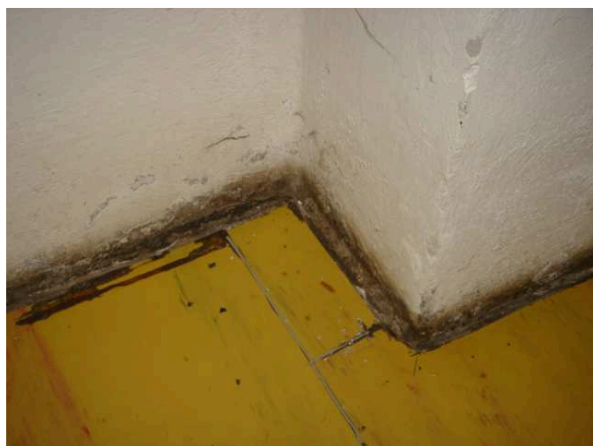
Projevy poruch, které jsou způsobeny důsledkem nerovnoměrného sedání podloží jsou uvedeny dále v disertační práci (viz kapitola 4.4.13.2, strana 27, *Obrázek 9* , *Obrázek 11*, *Obrázek 12*, *Obrázek 13*, *Obrázek 14*).

4.4.14 Mezní hodnoty sednutí

V následující tabulce jsou stanoveny mezní hodnoty sednutí pobudovy a konstrukce v závislosti na jejich konstrukčním řešení.

Tabulka 4-3: Hodnoty korekčních součinitelů μ_i, μ_p, μ_e

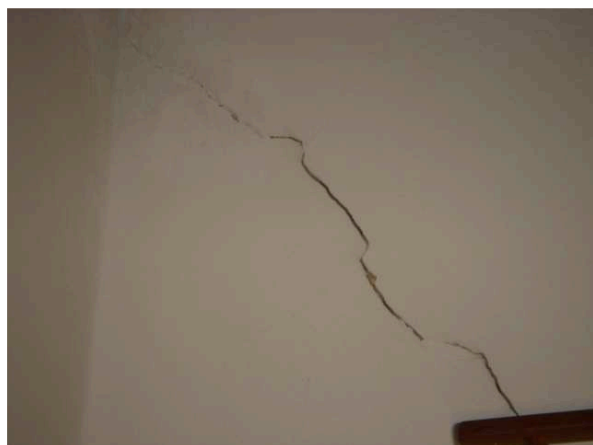
Druh stavby	Konečné celkové, průměrné sednutí	Nerovnoměrné sednutí	
	$s_{m,lim}$	Druh	Hodnota
Budovy a konstrukce u nichž nevznikají vlivem nerovnoměrného sedání přídatná namáhání a není nebezpečí porušení prostupů a souvisejících konstrukcí	120	$\Delta s / L_T$ $\Delta s / L$	0,003 0,006
Konstrukce - staticky určité	0,005	$\Delta s / L$	0,005
- železobetonové staticky neurčité	0,002	$\Delta s / L$	0,002
- ocelové staticky neurčité	0,003	$\Delta s / L$	0,003
Vícepodlažní skeletové budovy - železobetonové skelety s výplňovým zdivem - ocelové skelety s výplňovým zdivem	60 70	$\Delta s / L$ $\Delta s / L$	0,0015 0,0025
Vícepodlažní budovy s nosnými stěnami - zděné z cihel a bloků se ztužujícími věnci - z velkorozměrových panelů a monolitického betonu	80 60	$\Delta s / L_T$ $\Delta s / L$	0,015 0,015
Tuhé železobetonové konstrukce - komíny do výšky 100 m - komíny vyšší než 100 m	200 200 100	$\Delta s / b$ $\Delta s / b$ $\Delta s / b$	0,003 0,005 0,002
Jeřábové dráhy	50	$\Delta s / L$	0,0015



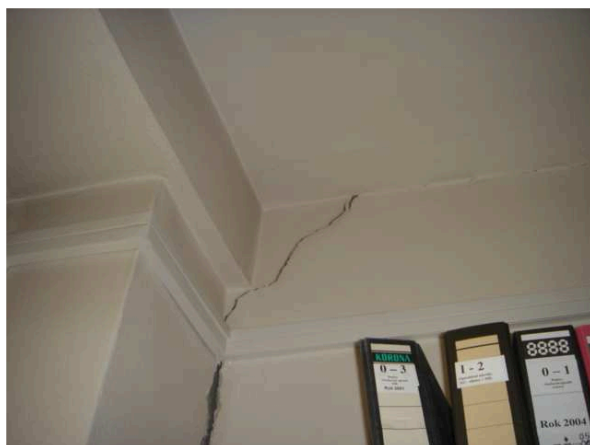
Obrázek 10: foto - projev plísně na vnitřní straně obvodové konstrukce, které je způsobeno v důsledku poškození hydroizolační vrstvy spodní stavby nerovnoměrným sedáním



Obrázek 11: foto - projev plísně na vnitřní straně obvodové konstrukce, které je způsobeno v důsledku poškození hydroizolační vrstvy spodní stavby nerovnoměrným sedáním



Obrázek 12: foto - projevy trhlin na vnitřní straně obvodové konstrukce, které se projevují v důsledku nerovnoměrného sedání



Obrázek 13: foto - projevy trhlin na vnitřní straně obvodové konstrukce, které se projevují v důsledku nerovnoměrného sedání



Obrázek 14: foto - obklad cihelnými pásky obvodového pláště, trhliny kopírují průběh styčné (ložné spáry)

4.5 Nestabilní podloží jako podloží pod objektem

Ve většině případů, které se při řešení otázek zakládání vyskytnou se setkáváme s podložím, které umožňuje využití standardních postupů. Často se však vyskytnou podmínky, kterým musíme při projektování základů věnovat mimořádnou pozornost. V případě, že tak neučiníme, na objektu mohou nastat projevy nekvalitního založení, objekt můžeme používat jen s omezením anebo jen tehdy, pokud základy rekonstruujeme.

K problematickým podmínkám pro zakládání staveb zařazujeme podloží z nasypané až prosedavé zeminy, území s účinky poddolování anebo území náchylné na sesuvy. Na takovýchto staveništích musíme při běžném průzkumu specifikovat i jejich osobitý charakter a na jeho účinky navrhovat způsob založení, případně podloží zlepšit.

Problematika týkající se příčin poruch staveb, které byly zakládány na nestabilním podloží se stává stále aktuálnější. U mnoha objektů se tyto poruchy začínají projevovat v podobě nerovnoměrného sedání a naklánění objektu, v nejhorším případě mohou způsobit i zřícení vlastního objektu.

4.6 Vymezení základních pojmů – základové konstrukce

Základ (základová konstrukce) – musí bezpečně přenést účinky horní stavby do podloží a po celou dobu životnosti konstrukce zajistit její stabilitu.

Interakce = spolupůsobení – jedná se buď o užší interakční soustavu „podloží – základ“ nebo širší interakční soustavu „podloží – základ – nadzákladová konstrukce“. Změna stavu jedné ze složek má za následek změnu ve druhé složce.

Je důležité si uvědomit, že veškeré konstrukční prvky ve stavební konstrukci se vzájemně ovlivňují. Rovněž je nutné stanovení vlivu tuhosti (poddajnosti) podloží na vnitřní síly konstrukce.

V případě stanovení napjatosti v základových konstrukcích je důležité stanovit, do jaké míry je ovlivněno sedání tuhostí základové konstrukce. [20], [21]

4.7 Spojitá přetvoření terénu, parametry poklesové kotliny

V případě dobývání sloje důlním dílem o dostatečné šířce se mění v okolním horninovém masivu původní geostatický nebo tektonický stav napjatosti, který provází přetváření a posuv hornin z nadloží do vyrubaného prostoru.

V případě dlouhého báňského díla (štoly, chodby) se vlivem tzv. klenbového působení hornin jeho účinky již od menší hloubky téměř neprojeví.

U plošného souvislého báňského díla, ale rovněž také v závislosti na hloubce, ve které probíhá dobývání, na geologické stavbě nadloží, na mocnosti sloje a způsobu dobývání po určitém časovém odstupu dojde ke vzniku poklesové kotliny (*viz Obrázek 1*). [19]

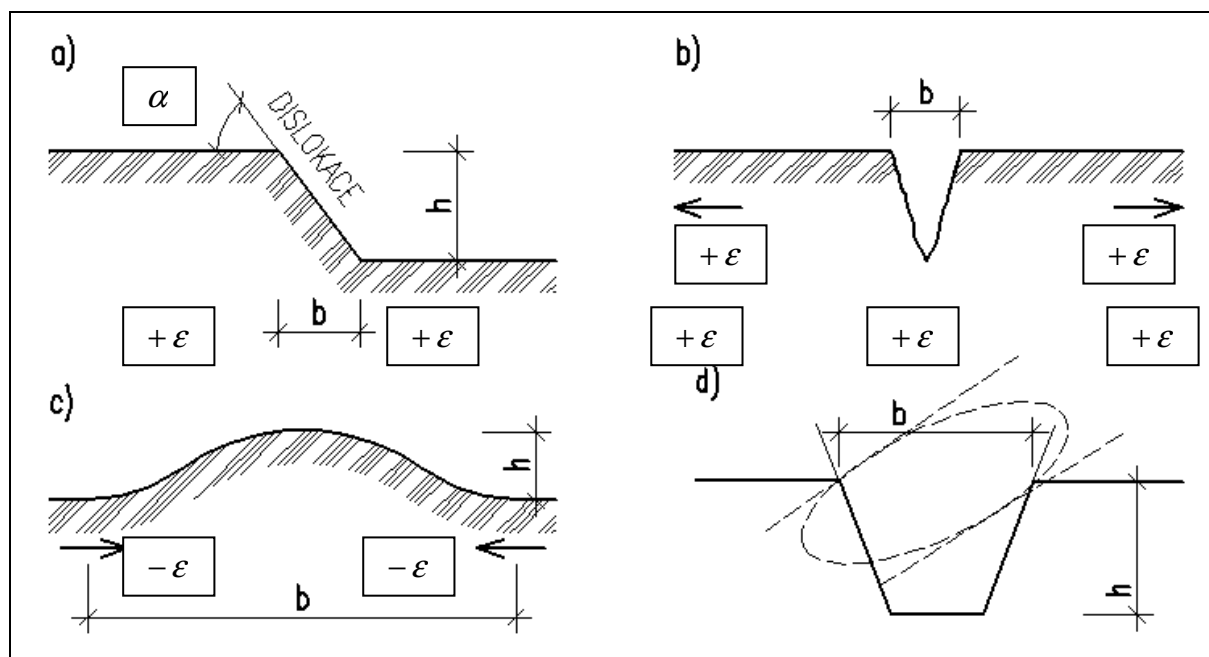
V poklesové kotlině je možno vymezit vnitřní (uklidněnou část), která má stejnou hloubku poklesu s a dále pak okrajová pásma, která jsou rozhodující pro návrh zajištění povrchového objektu (*viz Obrázek 1*). [19]

Pro odhad povrchových vlivů hlubinného dobývání se užívá tzv. důlně měřických metod výpočtu. Výsledky těchto metod se nejvíce blíží hodnotám naměřených v daných a nebo příbuzných geologických podmínkách.

Postupy používané k výpočtu parametrů poklesové kotliny jsou buďto graficko-početní a nebo analytické. [19]

4.8 Nespojité přetvoření terénu

Při dobývání slojí v menší hloubce pod terénem a dále pak v oblastech, kde jsou v nadloží pevné horniny a tektonické poruchy se mohou na povrchu vyskytnout nespojitá přetvoření terénu, která jsou vyvolána překročením pevnosti zeminy v tahu a nebo ve smyku (*viz Obrázek 15*). [19]



Obrázek 15 : Nespojité přetvoření terénu: a) – terénní stupeň, b) – trhlina, c) – terénní vlna, d) – nálevková (příkopová) propadlina

Terénní stupeň – jeho charakteristikou je výška h [mm] a šířka b [mm], v případě, že šířka b je rovna nule, jedná se o stupeň kolmý, v případě, že je šířka $b > 0$, pak se jedná o stupeň šikmý.

Trhlina – její charakteristikou je šířka b [mm], trhliny vznikají vlivem záporného účinku terénního stlačení $+\varepsilon$ ve vodorovném směru.

Terénní vlna – vzniká vlivem záporného stlačení terénu ve vodorovném směru $-\varepsilon$, jsou charakterizovány šířkou b [mm] a výškou h [mm].

Propadlina – její charakteristikou je šířka (průměr) b [mm] a hloubka h [mm]. Propadlina může být jámová a nebo příkopová.

Staveniště, kde je předpoklad výskytu propadů nesmí být využito pro výstavbu a musí na něj být zakázán trvale přístup.

Nespojitá přetvoření terénu jsou mnohem nebezpečnější pro povrchové objekty než přetvoření spojitá. nespojitá přetvoření vznikají při překročení pevnosti základové půdy v tahu, tlaku nebo smyku. Na rozdíl od spojitých přetvoření terénu, která mají pozvolný vývoj se nespojitá přetvoření terénu vyznačují svým náhlým výskytem a jejich předpověď je daleko obtížnější. jejich příčin může být v daném místě celá řada a mohou se v daném místě i sečítat. [19]

4.9 Zakládání na násypech

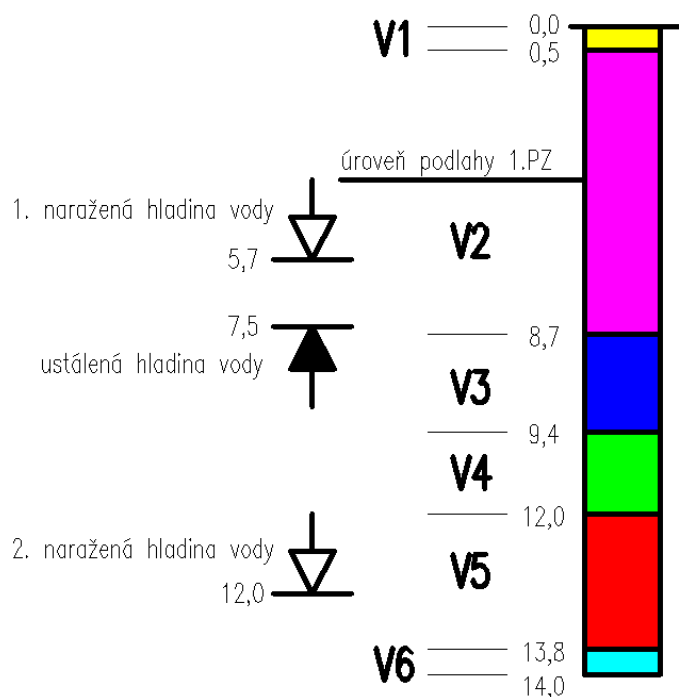
Při zpracování projektu zakládání stavebního objektu na násypu, který je vytvořen jako skládka ze zemin, z odpadu z těžby nerostů nebo z průmyslového odpadu musíme věnovat pozornost následujícím podmínkám:

- vhodnost násypového objektu (materiál, sklon) jako podloží předpokládaného objektu,
- hutnost násypu – zohlednění způsobu vytvoření násypu. [21]

Dále je nutno věnovat velkou pozornost způsobu ukládání násypu. Je rozdíl zda se jedná o násyp, který se ukládal tak, aby měl přijatelnou hutnost, anebo zda se jedná o násyp ukládaný jako halda nezhutněného materiálu. Velmi často se vyskytují násypy z městského odpadu, který má velký obsah organických látek.

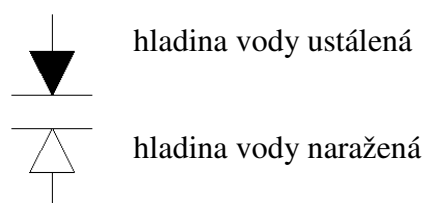
Výše uvedené podmínky slouží ke stanovení vhodnosti, či nevhodnosti násypu pro založení objektu. Při vedení objektů (inženýrské sítě) na takovém podloží může vlivem nerovnoměrného sedání dojít k nepřiměřeným deformacím podloží a tyto objekty musí být vyřazeny a nemohou se používat. [21]

Ukázka skladby geologického profilu dle provedených sond, kdy nestabilní podloží pod objektem je tvořeno násypem (navážkou, haldovinou) je ukázáno níže (*viz Obrázek 16, Obrázek 17, Obrázek 18*).



Obrázek 16: Geologická skladba podloží dle provedeného vrtu [45]

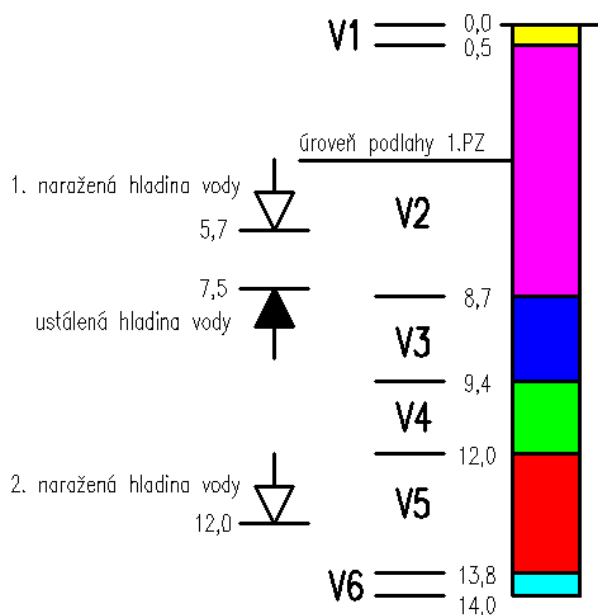
Legenda značek



Legenda vrstev podloží provedeného vrtu:

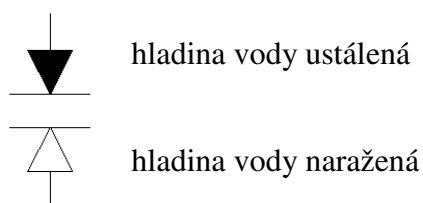
- V1** - navázka charakteru písčité sprašové hlíny, tuhé, vlhké (Y/MS), hl. = 0,0 - 0,5 m.
- V2** - navázka - haldovina charakteru písčitého štěrku, jemně hlinitého s úlomky cihel, zvodněná (Y/G-F), hl. = 0,5 – 8,7 m,
- V3** - písčité prach charakteru hlíny s vysokou plasticitou, vlhký, pružný, (F7MH), vlhký, pružný, fluvialním lagunní, hl. = 8,7 – 9,4 m;
- V4** - rašelina, charakteru písčitého prachu až písčité hlíny s úlomky dřeva, tmavě černá až hnědá, tuhá až měkká, velmi lehká, vlhká, drobná, vlhká, (F3MS2), hl. = 9,4 – 12,0 m;
- V5** - štěrkovitý písek, šedý převážně hrubý s úlomky a valouny štěrku zvodněný, ulehlý, fluvialní (S3S-F), hl. = 12,0 – 13,8 m;
- V6** - písčité štěrky, jemně jílovité, písek převážně jemný štěrky, drobný až střední se zaoblenými valouny, vlhký, ulehlý, fluvialní (G3 G-F), hl. = 13,8 – 14,0 m;

Naražená hladina podzemní vody byla na výšce - 5,7 m a - 12,0 m. Ustálená hladina podzemní vody je na výšce -7,5 m pod terénem (viz Obrázek 16). [45]



Obrázek 17: Geologická skladba podloží dle provedeného vrtu [45]

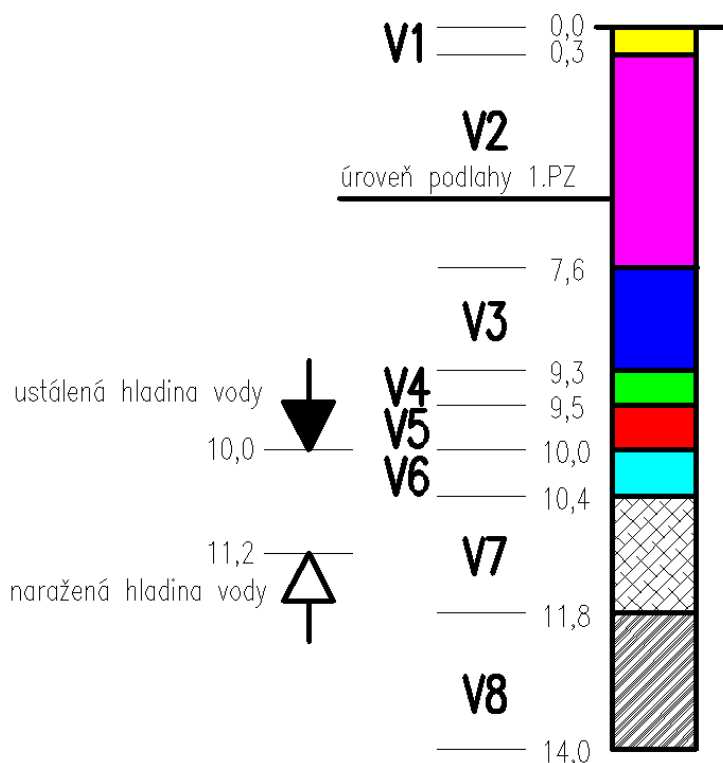
Legenda značek



Legenda vrstev podloží provedeného vrtu:

- V1** – navázka charakteru kypřého hlinitého štěrku (Y/GM), hnědého, shora travní drn, hl. = 0,0-0,3m;
- V2** – navázka – haldovina charakteru písčitého štěrku jemně hlinitého, (Y/G-F) středního až hrubého, ostrohranného až poloostrohranného s příměsí úlomků cihel, hl. = 0,3-7,6 m,
- V3** – jílovitý prach charakteru jílu s nízkou plasticitou (F6CL), fluviální až limnicko-fluviální, černozeleňošedý, hl.= 7,6-9,3 m;
- V4** – jíl s vysokou plasticitou (F8CH), černý, měkký, hl. = 9,3-9,5m;
- V5** –rašelina charakteru písčitého hlínu (F3MS) tmavě černá až hnědá, páchnoucí, lagunní . hl.= 9,5-10,0m;
- V6** – jíl s vysokou plasticitou, modrošedý, měkký prachovitý jíl, charakteru jílu s vysokou plasticitou (F8CH), hl.= 10,0-10,3 m;
- V7** – poloha - charakteru písčitého prachu až písčité hlíny F3MS1, písek převážně střední až jemný zvodněný, středněulehlý až ulehlý, fluviální, hl.= 10,4-11,8m;
- V8** – písčitý štěrk, dobře zrněný tř. G1GW, modrošedý, se zaoblenými až polozaoblenými valouny, zvodnělý, ulehlý, s příměsí štěrku drobného, fluviální, hl.= 10,4-11,8m.

Naražená hladina podzemní vody byla na výšce 5,7 a 11,2 m. Ustálená hladina podzemní vody je na výšce 10,0 m pod terénem (viz Obrázek 17). [45]



Obrázek 18: Geologická skladba podloží dle provedeného vrtu [45]

Legenda vrstev podloží provedeného vrtu:

- V1** – navážka charakteru kypřé štěrkovité hlíny (Y/MG), hnědé, vlhké, drobné , hl. = 0,0 – 0,2 m;
- V2** – navážka charakteru kypřého hlinitého štěrku (Y/GM) hnědočerné, tvrdé, drobné, s příměsí hlušiny, hl. = 0,2 - 0,8 m;
- V3** – navážka, haldovina charakteru kypřého hlinitého štěrku (Y/GM) s příměsí úlomků cihel, suchá, hl. = 0,8 – 1,6 m;
- V4** – navážka – úlomky betonu tř. (Y/GW až R3), hl. = 1,6 – 2,0 m;
- V5** – navážka – haldovina charakteru kypřého až středně ulehlého hlinitého štěrku (Y/GM), s příměsí kamenů a písku suchého, úlomky dřeva a betonu, hl. = 2,0. – 3.6 m;
- V6** – navážka – haldovina charakteru středně ulehlého písčitého štěrku (Y/G-F), černá, zvodněná, s příměsí kamenů, štěrk převážně střední ostrohranný, hl. = 3,6. – 6.2 m;
- V7** – jílovitý prach charakteru jílu s nízkou plasticitou (F6Cl), měkký, hl. = 6,2. – 7.7 m;
- V8** – rašelina charakteru písčitého prachu až písčité hlíny, tuhá až měkká, velmi lehká (F3MS), silně stlačitelná, tuhá až pevná, s příměsí písku a štěrku hl. = 3,6. – 6.2 m;
- V9** – prachovitý jíl charakteru jílu s vysokou plasticitou (F8CH), šedý, měkký až tuhý s příměsí písku, s četnými jemně písčitými laminami, hl. = 10,7. – 14,0 m.

Výšková úroveň hladiny podzemní vody nebyla vrtem zastižena. [45]

4.10 Násyp vyhotovený jako skládka

Nezhutněné násypy mohou mít vysokou a nerovnoměrnou stlačitelnost, nízkou pevnost a mohou být velmi nehomogenní.

Dodatečné deformace takového podloží jsou způsobeny dohutňováním násypu od vlastní tíhy a od vibrací (které jsou vyvolány např. dopravními prostředky pohybujícími se v okolí objektu), konsolidací podloží tíhou násypu, opakovaným působením dešťové anebo podzemní vody na zeminu v násypu a přeměnou organických příměsí v násypu. Deformace násypu probíhají několik let a to v závislosti na materiálu, který je tvoří. (Tabulka 4-1).

Tabulka 4-1: Doba dohutnění násypů v závislosti na jejich materiálu

Materiál násypu	Doba dohutnění (deformace) [rok]
Násyp z nesoudržných materiálů ukládaného v malých vrstvách.	2
Násyp z nesoudržných materiálů ukládaného ve větších vrstvách.	5
Skládka ze sypkých zemin smíchaných s odpadem.	10
Násyp z nezhutněných soudržných zemin ukládaných po malých vrstvách.	až 5
Násypy sypané na vysokou vrstvu (haldu).	15
Skládka soudržných zemin smíchaných s odpadem různého druhu.	30

Průběh deformací však nemusí být stejný a současný. Souvisí se vznikem podmínek, které umožňují deformaci. Například vliv podzemní vody může začít působit až při zvýšení hladiny podzemní vody do násypu, jiné druhy deformací v tom čase mohly být již ukončeny.

Dodatečné deformace, které jsou vyvolány přeměnou organických látek se projevují v tom případě, pokud je jejich obsah větší než:

- 3 %, u nesoudržných zemin,
- 5 %, u soudržných zemin,
- 10 %, tyto vrstvy jako podloží nevyužijeme.

Nejčastěji mohou být násypy z průmyslových odpadů složeny např. ze strusky, škváry, popílku, hlušiny a z odpadu vzniklého při úpravě rud. Výhodou vysokopecní strusky je, že hydratací tvrdne a může tak být dobrou základovou půdou. Naopak skládky průmyslových odpadů mohou obsahovat chemické látky rozrušující beton, jejich vhodnost pro zakládání objektů je důležité vždy zvážit.

Deformační charakteristiky násypu, se kterými musíme počítat získáme z polních a laboratorních zkoušek. [21]

Tyto zkoušky se zpracovávají za účelem zjistit:

- složení jednotlivých vrstev násypu,
- způsob ukládání násypu (po vrstvách na haldu),
- druh převládajících zemin,
- druh a množství jednotlivých příměsí,
- stlačitelnost (zjišťuje se zatěžovací deskou o ploše 5000 cm^2 , jejím výsledkem je modul přetvárnosti E_{def}).

4.11 Interakce (spolupůsobení) základových konstrukcí a základové půdy

Všechny prvky které jsou součástí stavební konstrukce, základy a jejich podloží tomu není výjimkou se vzájemně ovlivňují a vzájemně na sebe působí. V případě posuzování celé konstrukce je potřeba kromě vyšetření její napjatosti I posouzení, jestli nedošlo k překročení meze pevnosti materiálů použitých v konstrukci. Nejběžnější je vyšetření konstrukce jako celku, tzn. řešení nosné konstrukce, základů a podloží najednou.

Napjatost základové konstrukce je ovlivněna kromě tuhosti vlastního základu (nadzákladové konstrukce) také tuhostí podloží. Velikost výsledných vnitřních sil v konstrukci je ovlivněna jak volbou vhodného modelu podloží, tak i volbou modelu pro výpočet základové konstrukce.

4.12 Systém základová půda – plošný základ a jeho tuhost

Podloží plošného základu, který sestává z nasypané zeminy musí vyhovět meznímu stavu únosnosti a meznímu stavu použitelnosti stejně tak, jako podloží sestávající z přírodních zemin. [21]

Výpočtovou únosnost podloží potřebnou k posouzení na I. mezní stav stanovujeme z výsledků inženýrsko-geologického průzkumu.

Při pevnostních charakteristikách je nutno dávat pozor na:

- stav zeminy (hutnost, konzistence),
- různorodosti násypu,
- přítomnosti podzemní vody
- stáří násypu.

V případě základové spáry, která je zatížena rovnoměrným zatížením, je dle teorie pružného poloprostoru napětí v podzákladí rozděleno nerovnoměrně a je příčinou většího sednutí středu základu a menšího sednutí okrajů základu. Velmi poddajný základ se prohne.

Systém základová půda – plošný základ je definována vztahy dle:

- dle Gorbunova –Posadova [13]

$$k = \frac{3}{2} \times \pi \times \frac{b l^2}{t^3} \times \frac{E_{def}}{E_k} \times \frac{1 - \nu_k^2}{1 - \nu^2} \quad (4.2)$$

kde:

E_k je modul pružnosti materiálu základové konstrukce,

E_{def} je průměrný modul přetvárnosti základové půdy,

b, l jsou rozměry základové konstrukce,

t je tloušťka základové konstrukce,

ν_k je Poissonův součinitel materiálu základové konstrukce,

ν je Poissonův součinitel zeminy v základové spáře.

Systém (jeho tuhost) se posuzuje dle parametru k a pro ten platí následující hranice intervalů (viz Tabulka 4-1).

Tabulka 4-1: Kategorie základů vzhledem k intervalům parametru k

interval	kategorie základů
$k < 0,5$	dokonale tuhý
$0,5 < k < 10$	tuhý
$k > 10$	poddajný, pružný

- **dle Schultzeho**

$$k = \frac{E_k \times I_k}{E_{def} \times b \times l^3} \quad (4.3)$$

kde:

E_k je modul pružnosti materiálu základové konstrukce;

E_{def} je průměrný modul přetvárnosti základové půdy;

b, l jsou rozměry základové konstrukce;

I_k je moment setrvačnosti základové konstrukce.

Pro obdélníkový základ rozměrů $b \times l$ a tloušťky t se moment setrvačnosti základové konstrukce stanoví dle vztahu:

$$I_k = \frac{1}{12} \times b \times t^3 \cong 0,1 \times b \times t^3 \quad (4.4)$$

kde:

b je rozměr základové konstrukce;

t je tloušťka základové konstrukce.

Tuhost systému závisí jak na rozměrech zatížené oblasti a tuhosti základové konstrukce, ale také na poměru modulů E_k (modul pružnosti materiálu základové konstrukce) E_{def} (průměrný modul přetvárnosti základové půdy).

- **dle ČSN 73 1001 [11]**

$$k = \frac{E}{E_{def}} \times \left(\frac{t}{l} \right)^3 \quad (4.5)$$

kde:

E je modul pružnosti materiálu základové konstrukce, zpravidla betonu),

E_{def} je vážený průměrný modul přetvárnosti základové půdy do hloubky deformační zóny

l je větší rozměr základové konstrukce,

t je tloušťka základové konstrukce.

$$\bar{E}_{def} = \frac{\sum_{i=1}^n E_{def,i} \times h_i \times \sigma_{z,i}}{\sum_{i=1}^n h_i \times \sigma_{z,i}} \quad (4.6)$$

kde:

\bar{E}_{def} je vážený průměrný modul přetvárnosti,

$E_{def,i}$ je modul přetvárnosti i-té vrstvy v rozsahu deformační zóny,

h_i je mocnost i-té vrstvy v deformační zóně,

$\sigma_{z,i}$ je střední hodnota svislého napětí od přetížení stavbou v i-té vrstvě.

4.13 Modelování interakčních soustav

Jak je již uvedeno výše (kapitola 4.6, strana 31), jedná se buď o užší interakční soustavu „podloží – základ“ nebo širší interakční soustavu „podloží – základ – nadzákladová konstrukce“. V případě užší interakční soustavy je možno postupovat dle (4.7), (4.8), (4.9), (4.10), (4.11).

4.13.1 Zjednodušené modely

Lze odvodit, že předpoklad lineárního rozdělení kontaktních napětí u základových pásů, roštů nebo desek poskytne jen velmi omezený podklad pro výpočet diferenčního sednutí (relativního průhybu a rozdílů v sedání pod svislými nosnými prvky konstrukce). [11]

Takovýto přístup je možný jen dle [11] pro 1. geotechnickou kategorii, tj. u nenáročných konstrukcí v jednoduchých základových poměrech. [12].

4.13.2 Interakční modely

Nejširší možnosti v popisu proměnného tvaru a vlastností konstrukce i podloží dnes bezesporu nabízí metoda konečných prvků. Nejvýznamnější rozdíly však vyplynou z volby modelu podloží.

4.13.2.1 Model pružného podkladu, Winklerův model podloží

Vznik tohoto modelu podloží spadá do období hledání výstižnějšího dimenzování železničních pražců. a opírá se o lineární vztah mezi svislým přetvořením s (sednutí) podloží a intenzitou svislého (kontaktního) napětí (viz Obrázek 19).

Základová konstrukce uložená na Winklerově podloží se vlivem vnějšího zatížení zatlačuje do podloží. Základním předpokladem Winklerova podloží je přímá úměra mezi kontaktním napětím a zatlačením (sednutím) základu. [2], [12]

$$\sigma_z = C_z \cdot w \quad (4.12)$$

kde:

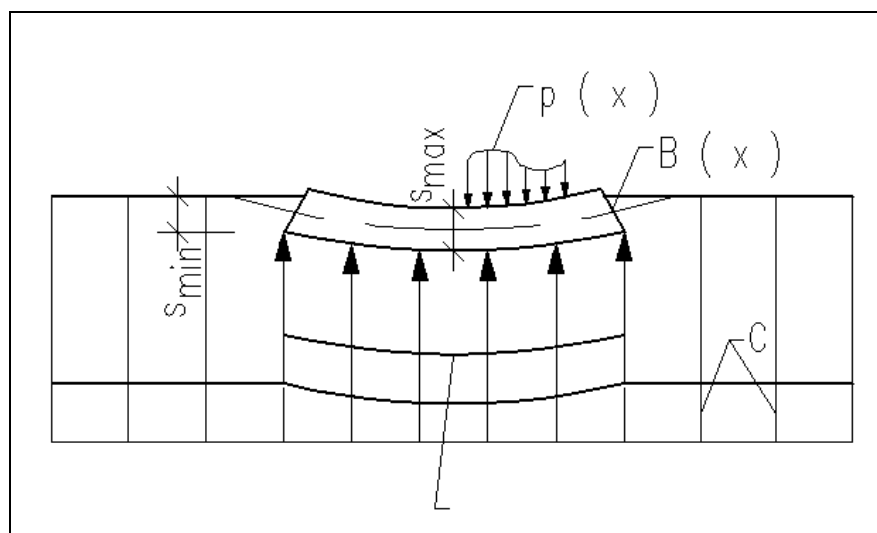
σ_z je velikost kontaktního napětí v základové spáře [kPa];

C_z je modul stlačitelnosti pružného podkladu [$\text{kN} \cdot \text{m}^{-3}$], (někdy označován jako k a nazýván součinitel ložnosti);

w je deformace základu [m].

Literatura uvádí hodnoty modulů stlačitelnosti v závislosti na druhu základové půdy. Při užívání této metody je důležité si uvědomit některé nedostatky Winklerova modelu:

- modul stlačitelnost C není ve skutečnosti konstantou, ale složitou funkcí tvaru a velikosti zatížené plochy;
- již v bezprostředním okolí základu obdržíme nulová sedání, což nesouhlasí se skutečností přetvoření podloží ani u velmi poddajných zemin.



Obrázek 19 : princip Winklerova podloží

Postup:

- 1) Určit napětí v základové spáře.
- 2) Určit sedání s pro dokonale tuhý základ dle [11].
- 3) Do řešení interakční metody se zavede modul stlačitelnosti podkladu c .

$$3) [MPa.m^{-1}, MN.m^{-3}]. \quad \sigma = c \times s \Rightarrow c = \frac{\sigma}{s}$$

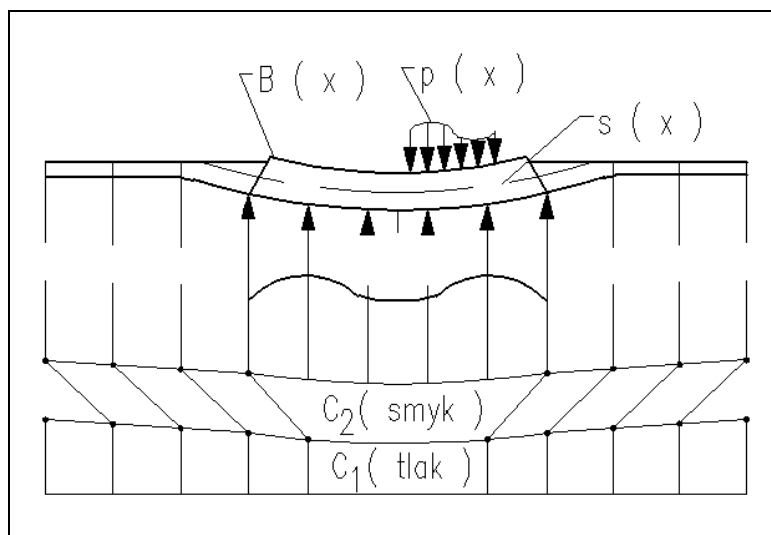
(4.13)

Interakční úlohu je třeba řešit pro nezmenšené zatížení v základové spáře. V základové desce nevznikají momenty.

4.13.2 Víceparametrický podklad, Pasternakův model podloží

Tento model odstraňuje nedostatky zjednodušených modelů, modelu pružného podkladu a modelu pružného poloprostoru. Prvním výsledkem byl model podloží podle P. L. Pasternaka, který popisuje vztah mezi kontaktním napětím σ_{01} (zatížením povrchu) a sedáním. Tento model je také schopen vyjádřit vztah mezi vodorovným napětím a deformací v základové spáře. Pasternakův a efektivní model podloží umožňuje omezit v půdorysu dosah smykového roznosu zatížení do okolí základu (viz Obrázek 20). [2], [12]

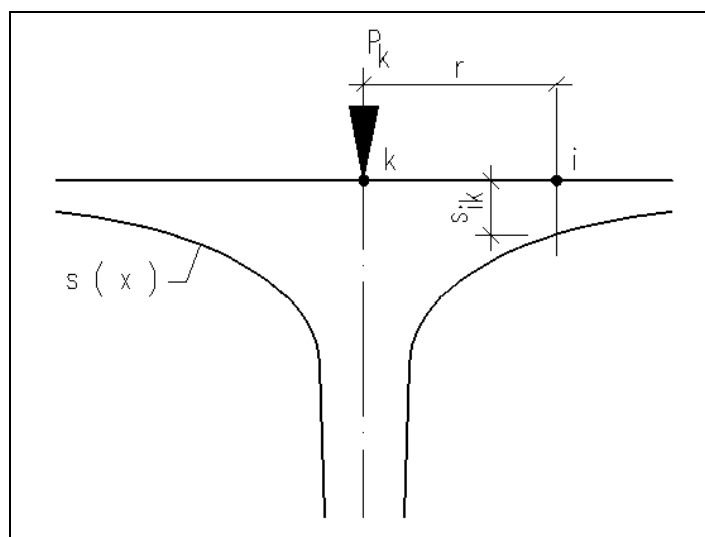
Víceparametrický model dle Pasternaka uvažuje oproti podloží dle Winklera vliv smykových sil t_x , t_y a konstantou úměrnosti jsou parametry c_{2x} a c_{2y} . [28], [29]



Obrázek 20 : Pasternakův model podloží

4.13.2.3 Model pružného poloprostoru

Vypočtené hodnoty sedání jsou podstatně vyšší, než předepisuje [11]. Velká řada autorů se zabývala řešením podloží s uvažováním pružného poloprostoru. Nejznámějším je Gorbunov Posadov . [13]



Obrázek 21 Model pružného poloprostoru.

Postup:

- 1) Průměrné sedání v základové spáře.
- 2) Průměrné sednutí.
- 3) Do řešení interač. metody nezavádí náhradní modul deformace obecně nehomogenního podloží.

5 Průběh teplot na povrchu podloží a v jednotlivých hloubkách pod povrchem

Rekonstrukce teploty zemského povrchu na základě měření z vrtů se často používají jako indikátory paleoklimatu. Tyto rekonstrukce vycházejí z předpokladu, že přenos tepla v podloží je konduktivní. Klimatické interpretace rekonstrukcí teploty zemského povrchu také předpokládají, že teplota zemského povrchu úzce souvisí s přízemní teplotou vzduchu, a to v rámci několika desítek let a víc. Charakteristiky ročních, směrem dolů se šířících teplotních signálů na jednotlivých stanovištích zřetelně naznačují, že přenos tepla lze popsat jako jednorozměrnou kondukcí v homogenním médiu. Díky extrapolaci podpovrchových pozorování na zemský povrch můžeme odhadovat roční signály teploty zemského povrchu, a srovnávat je s ročními signály přízemní teploty vzduchu. U všech ročních signálů teploty zemského povrchu dochází k mírné atenuaci (oslabení) a nepatrnému fázovému posunu v poměru k přízemní teplotě vzduchu. Všechna čtyři stanoviště ukazují, že rozdíly mezi roční teplotou zemského povrchu a přízemní teplotou vzduchu vznikají v letním i v zimním období, přičemž konkrétní hodnoty závisí na klimatických podmínkách každého stanoviště.

V dnešní době se měření teplotně hloubkových profilů ve vrtech často využívají k rekonstrukci historie teploty zemského povrchu v rámci mnoha různých prostorových a časových měřítek a hemisférické rekonstrukce historií teploty zemského povrchu. Rekonstrukce teploty zemského povrchu mimo jiné přispěly do diskuze o tom, k jaké variabilitě dochází během desetiletí až století u teplotních změn, které se využívají pro odhad teplotních změn povrchu Země za tisíciletí. Tuto diskuzi částečně podněcuje i skutečnost, že rekonstrukce teploty zemského povrchu ukazují od roku 1500 do 2000 čisté hemisférické či globální oteplení přibližně 1,0 K. [41]

Tento údaj o oteplování je však v rozporu s některými odhady historie přízemní teploty vzduchu. Tyto rozpory lze vysvětlit mnoha způsoby: různá cílová roční období a regiony jednotlivých soustavách, v nichž prováděly rekonstrukci příslušných údajů; možnost zkreslení při rekonstrukci.

5.1.1 Roční přenos signálu v podloží

Je všeobecně známo, že na povrchu země nebo v jeho blízkosti probíhá mnoho aktivních procesů, jež mají vliv na přenos tepla v mělkém podloží. Směrem dolů se šířící teplotní signály jsou ovlivňovány vegetací, sněhem, zamrzáním a táním podloží, evapotranspirací (výdej vody v podobě vodní páry z rostlin), infiltrací vody a podpovrchovou migrací vody ve formě kapaliny či páry, a to v časovém rámci minut, hodin, dní, i ročních

období. Vliv těchto faktorů na přenos tepla v podloží je zpravidla krátkodobý, zpravidla v rámci jednoho dne. [43], [44]

Směrem dolů se šířící harmonický signál tak bude mít exponenční atenuaci amplitudy a lineární fázový posun s hloubkou, přičemž míra atenuace i posunu závisí na časovém intervalu oscilace harmonického signálu a na tepelné difuzivitě konduktivního média. Ačkoli teplotní časové řady vykazují na každém pozorovacím stanovišti mnoho spektrálních komponentů, my se zaměříme na komponent největší – na roční oscilaci. [41], [42], [43], [44]

U ročních podpovrchových signálů je ve vztahu k signálům přízemní teploty vzduchu také zřetelná atenuace a fázový posun.

5.1.2 *Příčiny sezónních rozdílů u teploty zemského povrchu a přízemní teploty vzduchu*

Rozdíly mezi roční teplotou zemského povrchu a přízemní teplotou vzduchu na našich čtyřech stanovištích jsou způsobeny několika sezónními procesy. Latentní tepelné vlny v podloží se během léta projevují prostřednictvím evapotranspirace a během zimy prostřednictvím cyklů zamrzání a tání. Teploty a přenos tepla v podloží ovlivňuje také sněhová příkrývka. Působením těchto faktorů je průměrná denní teplota zemského povrchu je ve vztahu k přízemní teplotě vzduchu v zimě zpravidla chladnější a v létě teplejší. Důsledky sezónních rozdílů se tak projevují jako atenuace ročních signálů teploty zemského povrchu. [41], [42], [43], [44]

5.1.3 *Podpovrchové vlivy na směrem dolů se šířící teplotní signály*

Signály teploty zemského povrchu na Obrázku 3 nepocházejí z přímých měření zemského povrchu. Získali jsme je extrapolací mnoha podpovrchových teplotních pozorování, sahajících až několik metrů do podloží, a jsou údajně nejpřesnější charakteristikou povrchového teplotního signálu, jenž se šíří do větších hloubek. Tato extrapolace podpovrchových teplotních pozorování na povrch je přímo analogická k rekonstrukci teploty zemského povrchu získané inverzí teplotních měření ve vrtech. U obou formulací, tj. u zde diskutované regresní metody i u teplotní inverze z měření ve vrtech, je rekonstruovaný signál teploty zemského povrchu nejlepším odhadem směrem dolů se šířícího teplotního signálu pozorovaného pod zemským povrchem v nejrůznějších hloubkách. [41], [42], [43], [44]

Bylo zjištěno, že přenos tepla v podloží lze snadno a efektivně popsat jako jednorozměrné vedení v homogenním médiu. K menším odchylkám od tohoto jednoduchého modelu může dojít v přibližně nejhornějších metrech podloží, ale tato zóna tvoří jen malý zlomek z mnoha metrů, které jsme charakterizovali. Jak jsme již ukázali, mají tyto odchylky

jen nepatrné důsledky na aplikaci jednoduchého konduktivního modelu. Horní metr podloží je však místem, kde dolů se šířící teplotní signál získává své charakteristické vlastnosti. Rozdíly mezi amplitudou a fází ročních signálů teploty zemského povrchu a přízemní teploty vzduchu tedy úzce souvisí s procesy, jež jsou aktivní v mělké zóně pod zemským povrchem. [41], [42], [43], [44]

5.1.4 *Důsledky pro dlouhodobou vazbu mezi teplotou zemského povrchu a přízemní teplotou vzduchu*

S ohledem na rekonstrukce historie teploty zemského povrchu, založené na měřeních ve vrtech, musíme zhodnotit přesnost vazby mezi signály teploty zemského povrchu a přízemní teploty vzduchu v časovém rámci mnohem delším než jeden rok. Je-li rozdíl mezi ročními signály teploty zemského povrchu a přízemní teploty vzduchu na daném stanovišti v průběhu času stálý, nebude mít konstantní posun mezi těmito dvěma teplotami vliv na jejich sledování v průběhu sta či více let; změny v jedné teplotě se projeví jako ekvivalentní změny v té druhé. Rozdíly mezi teplotou zemského povrchu a přízemní teplotou vzduchu mají význam pro dlouhodobé sledování těchto dvou teplot jenom v případě, že se rozdíly během delších časových období mění. Pokud prokážeme existenci rozdílů mezi teplotou zemského povrchu a přízemní teplotou vzduchu v krátkém časovém rámci, není to přesvědčivý důkaz přítomnosti či nepřítomnosti dlouhodobých systematických zkreslení ve vývoji změn teploty zemského povrchu ve vztahu k vývoji změn přízemní teploty vzduchu. [41], [42], [43], [44]

5.1.5 *Pevnost zmrzlé horniny*

Pevnost zmrzlé horniny je jednak funkcí teploty zmrznutí, jednak je dána druhem horniny. U nesoudržných zemin (šterky, písky) a polosoudržných zemin (jíly, hlíny) způsobuje cementační schopnost zeminy zmrzlá volná voda, vázaná voda v zemině pevnost ovlivňuje nepříznivě. U nesoudržných zemin je pevnost zmrzlé zeminy rovněž funkcí granulometrického složení zeminy a objemové vlhkosti zeminy. Hrubozrnné písky a šterky vykazují po zmrznutí nižší pevnost, než středně a jemně zrnité, při objemové vlhkosti do 20-30% pevnost roste, poté začíná klesat. Pevnost samotného ledu je poměrně malá. [41], [42], [43], [44]

5.1.6 Shrnutí

Výsledky odpovídají sezónním vztahům mezi teplotou zemského povrchu a přízemní teplotou vzduchu především ve střední zeměpisné šířce. V tropických oblastech má evapotranspirace potenciální význam v průběhu celého roku, a ve vysokých zeměpisných šířkách s trvale zamrzlým podpovrchovým médiem, naopak převládají kryogenické vlivy. Tyto podmínky mohou ovlivňovat vztahy teploty zemského povrchu a přízemní teploty vzduchu poněkud jiným způsobem, než je tomu u zde uváděných stanovišť ve střední zeměpisné šířce. Např. kryogenické vlivy (latentní teplo) mění signály roční teploty zemského povrchu ve vysokých zeměpisných šířkách během léta, což je období, během něhož tají aktivní vrstvy trvale zamrzlého zemského povrchu. Vlivy spojené s vlhkostí půdy, bez ohledu na zeměpisnou šířku, jsou také závislé na hydrologických charakteristikách podloží. Rozsah, v jakém vlhkost proniká do podloží, a ukládá se v něm, se určí podle poréznosti a propustnosti podpovrchových médií. To naopak ovlivňuje množství latentních přívalů energie v létě a zimě. Např. oblasti s nízkou porézností a propustností budou mnohem méně ovlivněny evapotranspirací, a denní teplota zemského povrchu v létě tak může být teplejší, než přízemní teplota vzduchu, kvůli rozdílné absorpci sluneční energie v takových případech mohou být amplitudy roční teploty zemského povrchu větší než amplitudy přízemní teploty vzduchu.

Výše námitky ohledně prostoru vyzdvihují skutečnost, že je zapotřebí brát v úvahu prostorové rozdíly při distribuci teploty zemského povrchu a přízemní teploty vzduchu, zvláště v delších časových rámcích. Regionální rekonstrukce teploty zemského povrchu se získávají na základě zaznamenávaných měření z vrtů, prováděných v oblasti s danými klimatickými podmínkami. Pokud by změny v meteorologických podmínkách skutečně způsobovaly trvalé rozdíly mezi teplotou zemského povrchu a přízemní teplotou vzduchu na jednotlivých stanovištích, pak by se důsledky pro regionální rekonstrukce teploty zemského povrchu určovaly podle prostorové distribuce těchto změn těchto změn. [41], [42], [43], [44]

6 Mezní stavy základové půdy

Dle [11] je předepsáno, že pro posuzování základové půdy při návrhu základů použití metody mezních stavů.

Rozlišujeme dvě supiny mezních stavů

6.1.1 Mezní stavy I skupiny (mezní stavy únosnosti)

- stav ztráty stability základu
- stav porušení základové půdy

Za mezní stav únosnosti je pokládán stav dosažený při namáhání, které v základové půdě vyvolá vznik souvislých smykových ploch, na nichž je pevnost ve smyku právě vyčerpána anebo dojde k porušení základové půdy přechodem velkých oblastí základové půdy do plastického stavu.

Tím dojde :

- ke zhroucení konstrukce;
- k přípustnému zaboření;
- k naklonění;
- k vytlačení zeminy nad původní terén.

Stanovení únosnosti základové půdy podle I. mezního stavu je možné např. dle

6.1.2 Mezní stavy II skupiny (mezní stavy přetvoření)

Tyto mezní stavy zahrnují takové stavy, které ztěžují běžné používání konstrukcí nebo základů. Při navrhování základů podle druhé skupiny mezních stavů se uplatňuje mezní stav přetvoření základové půdy, který je definován hodnotami:

- celkového sednutí;
- nerovnoměrného sednutí;
- časového průběhu sednutí, atp..

V tomto případě dochází ke ztížení podmínek používání stavebních konstrukcí. Při návrhu konstrukce musí být tedy:

- zajištěna dostatečná bezpečnost proti porušení podzákladí mezním zatížením;
- sedání (zejména nerovnoměrné) musí být v přípustných mezích. (kapitola 4.4.14, strana 29)

6.2 Geotechnické kategorie

Jednotlivé kategorie jsou vytvořeny zejména pro zvolení a výběr správného postupu při navrhování základových konstrukcí. Při návrhu je nutno dávat pozor zejména na složitost základových poměrů a náročnost staveb. [11], [22]

Rozlišujeme celkem tři geotechnické kategorie:

- 1. Geotechnická kategorie
- 2. Geotechnická kategorie
- 3. Geotechnická kategorie

6.2.1 1. Geotechnická kategorie

Do této kategorie patří stavby, které jsou charakterizovány:

- jednoduché základové poměry a nenáročná konstrukce.

Pro posouzení stability základových konstrukcí se uvažují tabulkové výpočtové únosnosti. Tento postup se uplatňuje ve stádiu předprojektové přípravy ve všech případech bez ohledu na složitost základových poměrů a náročnost stavebních objektů.

Navrhujeme v prostředí, které velmi dobře známe => využíváme tzv. srovnatelnou zkušenost. Stačí nám kvalitativní geotechnický průzkum – zjistit jen některé informace, pak najít parametry v normě. Postupy pro první geotechnickou kategorii se mají použít pouze tam, kde je zanedbatelné riziko celkové stability nebo pohybů základové půdy a v základových poměrech, které jsou známé z dostatečně spolehlivé místní zkušenosti. Postupy se dále mají použít pouze tam, kde se neprovádí výkop pod hladinou podzemní vody nebo pokud srovnatelná místní zkušenost naznačuje, že výkop pod hladinou podzemní vody nebude komplikovaný. [14]

1 – 2 podlažní domy, zemědělské stavby. Zatížení na 1 sloup by v patě nemělo přesáhnout 250 kN, u stěnových systémů zatížení na základový pas do 100 kN/m.

Jedná se o kategorie nejen pro objekty, ale i pro geotechnické kce => patří sem ještě opěrné zdi a pažení do 2 m. [22]

6.2.2 2. Geotechnická kategorie

Do této kategorie patří stavby, které jsou charakterizovány:

- složité základové poměry a nenáročná konstrukce;
- jednoduché základové poměry a náročná konstrukce.

Při návrhu základových konstrukcí ve druhé geotechnické kategorii se používají výpočtové postupy podle mezních stavů se směrnými a nebo místními normovými charakteristikami základové půdy. [22]

Tato geotechnická kategorie má zahrnovat obvyklé typy konstrukcí a základů s běžným rizikem nebo jednoduchými základovými podmínkami. Návrhy konstrukcí ve 2. geotechnické kategorii mají zpravidla zahrnovat kvantitativní geotechnické údaje a rozboru k ujištění, že jsou splněny základní požadavky. Pro návrhy konstrukcí patřících do této kategorie (např. plošné základy, základové rošty, mostní pilíře a opěry, násypy a zemní práce..) se mají použít standardní postupy pro terénní a laboratorní zkoušky, jejich návrh a provádění. [14]

6.2.3 3. Geotechnická kategorie

Do této kategorie patří stavby, které jsou charakterizovány:

- složité základové poměry a náročná konstrukce.

Při posuzování konstrukcí třetí geotechnické kategorie se využívá mezních stavů. Je ovšem nutno stanovit výpočtové charakteristiky základové půdy za pomoci zkoušek. [22]

Do této kategorie patří např. velmi velké neobvyklé konstrukce, konstrukce ve vysoce seismických oblastech, konstrukce složitě zatížené, atp. [14]

Z důvodu zúžení okrajových podmínek budou dále posuzovány základové konstrukce patřící svou náročností do 1. geotechnické kategorie.

7 Metody rizikové analýzy při posuzování vhodnosti základových podmínek

V této disertační práci Analýza příčin poruch staveb založených na nestabilním podloží mají své místo také metody pro hodnocení vhodnosti podloží a větších celků – území z hlediska založení staveb [36] ÷ [39]. Z tohoto pohledu je zde celá řada proměnných faktorů [40], které mají vliv na vhodnost podloží. Některé vlivy jsou více, jiné méně důležité. Některé pak dominantní. Vzájemná nevyváženost vlivů jako vstupních parametrů do případného hodnocení zemního prostředí jako celku pak nutně vede na vícekriteriální hodnocení daných vlastností.

Naskýtá se tak příležitost pro využití některé z metod rizikové analýzy [35]. Zatímco některé metody (například UMRA [31], [32], [33], [34]) pracují výhradně s monokriteriálními hledisky pro jednotlivé parametry, máme k dispozici obecné metody [30] využívající váhování jednotlivých kritérií.

Hodnocení provedené metodou UMRA [30], [35] je v pořádku za předpokladu, že hodnotíme kritéria stejné závažnosti, tedy že jednotlivé segmenty poskytují vzájemně vyváženou informaci o zdrojích nebezpečí. Není-li tomu tak, nehodnotíme-li spolu segmenty se stejnou váhou a neobdržíme výsledek, který odpovídá skutečnosti.

Pro celkový pohled na podloží, případně i systém horní stavba × podloží je nutné zohlednit váhu (tedy důležitost kritéria a tím jeho vliv na celek), kterou přispívá daný segment svou váhou k celkovému výslednému vnímání nebezpečí. Je tedy nutný další parametr, tzv. váhování kritéria, které odliší podíl (důležitost) hodnocených segmentů na celkovém hodnocení (výsledku).

7.1 RPN

Tímto více parametrickým hodnocením docílíme přesnějšího zobrazení několika faktorů současně s různou váhou závažnosti následků nebo četnosti realizace nebezpečí.

Nejjednodušším způsobem lineárního váhování segmentů a tedy určení závažnosti nebezpečí je vyjádření rizika segmentu pomocí indexu priority rizika [35] RPN [Risk priority numer].

$$RPN = Sv \cdot Lk \cdot Dt \quad (7.1)$$

Sv = [severity] – závažnost nebezpečí (stupeň závažnosti nebezpečí)

Lk = [likelihood] – pravděpodobná možnost realizace nebezpečí

Dt = [detection] – zjistitelnost nebezpečí, případně poruchy

Použitelnost této metody je dále závislá na odpovědném definování stupnice veličin indexu RPN. Je doporučeno [35] pohybovat se v rozmezí $1 \div 3$, maximálně $1 \div 10$ a to shodně pro všechny kritéria hodnocení.

Stejně tak dobře lze index priority rizika RPN definovat pomocí dalších [30] rozšiřujících veličin, například:

$$RPN = Sv \cdot Lk \cdot Dt \cdot Fr \cdot Vn \cdot \dots \cdot Qu \cdot Fc \quad (7.2)$$

Fr = [fear] – intenzita znepokojení

Vn = [vulnerability] - zranitelnost

Qu = [quotient] – podíl (podíl významu veličiny)

Fc = [force] – význam (určení vážnosti podílu na vzniku nebezpečí)

Tabulka 7-1: Příklad stupnice jednotlivých členů hodnocení indexu RPN

Hodnocení							
Sv	Lk	Dt	Fr	Vn	Qu	Fc	bod y
Žádné	Žádná	Zcela zřejmé	Žádná	Žádná	Žádný		1
Nepodstatné	Nepodstatná	Jednoduše zjištěitelné	Nepodstatná	Nepodstatná	Nepodstatný		2
Nezanedbat elné	Nezanedbate lná	zjištěitelné	Nezanedbat elná	Nezanedbat elná	Nezanedbatel ný		3
Reálné	Reálná	Obtížně zjištěitelné	Reálná	Reálná	Reálný		4
Vysoké	Vysoká	Těžce zjištěitelné	Vysoká	Vysoká	Vysoký		5
Velmi vysoké	Velmi vysoká	nezjištěitelné	Velmi vysoká	Velmi vysoká	Velmi vysoký		6

Tímto způsobem dle vztahu (7.2) lze s pomocí víceparametrického hodnocení odlišit riziko plynoucí z porušení konstrukce nebo celého systému (základ × základová půda).

7.2 SWOT analýza

Analýza SWOT¹ (Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats) [50] je velmi rozšířená jednoduchá expertní analýza [35] aplikovatelná na projekty, procesy i chod organizace. Zohledňuje jak interní tak externí vlivy. Experti se snaží identifikovat [30]

1. silné stránky (Strenghts) organizace/projektu/procesu;
2. slabé stránky (Weaknesses) organizace/projektu/procesu;
3. příležitosti (Opportunities), které se organizaci/projektu/procesu nabízejí;
4. hrozby (Threats), které mohou organizaci/projekt/proces poškodit.

¹ Vlastní název SWOT [50] je vlastně akronym (zkratkové slovo, složené z počátečních hlásek nebo slabik více slov) složený ze slov Strenghts tj. silné stránky, Weaknesses tj. slabé stránky, Opportunities tj. příležitosti či nevyužité rezervy a Threats tj. rizika či ohrožení.

Odpovědi expertů (zpravidla z řad pracovníků organizace) se pro přehlednost seřadí do matice SWOT. Metoda lze nejvýhodněji využít v počátečních fázích projektu. Jedná se o obecnou, tedy jednoduše aplikovatelnou metodu. Proto je použitelná nejen k hodnocení stavu a úrovně organizace, ale také pro hodnocení rizika v procesu rizikové analýzy a v jejích aplikacích.

Základ metody spočívá v klasifikaci a ohodnocení jednotlivých faktorů, které jsou rozděleny (Obrázek 22) do 4 základních skupin [51]. Vzájemnou interakcí faktorů silných a slabých stránek na jedné straně vůči příležitostem a nebezpečím na straně druhé lze získat nové kvalitativní informace, které charakterizují a hodnotí úroveň jejich vzájemného střetu.

Metodu je možno přenést do technické oblasti a využít ji k analýze technické způsobilosti a situace včetně širších vztahů.



Obrázek 22: Schéma uspořádání dat v matici SWOT analýzy

7.3 Aplikace SWOT analýzy

Jak bylo uvedeno výše, tato metoda, obdobně jako jiné metody [31], [32], [33], [34] je schopna rozhodnout o míře rizika a poskytnout tak informaci o vhodnosti anebo nevhodnosti nejen jevu, případně procesu, ale také o vhodnosti či nevhodnosti konstrukce, stavby nebo objektů anebo o jejich umístění v prostředí. Obdobně jako UMRA2 [31], [32], [33], [34], tak i metoda SWOT je využitelná také ve forensních vědách a navíc v porovnání s UMRA je schopna pracovat s proměnnými váhami jednotlivých faktorů. Tato schopnost může být v některých případech velmi prospěšná tam, kde musíme pracovat s prvky nestejně váhy a nejsme schopni omezit výběr pouze a jen na prvky obdobných vlastností a přibližně shodné důležitosti, jak tomu je u UMRA [31], [32], [33], [34].

V otázkách analýzy příčin poruch staveb založených na nestabilním podloží je tak možno úspěšně nebezpečí identifikovat a stanovit míru daného nebezpečí. Tím poskytnout podklad pro rozhodnutí jako jeden z faktorů analýzy.

Tato metoda dosud nemá pevný metodologický rámec [49]. Může být prováděna jak v kvalitativní, tak i v kvantitativní formě. Mezi nejčastěji používané metody a nástroje SWOT analýzy patří:

Uplatnění tvůrčích metod (např. brainstorming) a metod získávání expertních výpovědí (např. řízená diskuze, metoda delfská).

Uplatnění vhodných formulářů, matic a grafů.

SWOT analýza se obvykle zobrazuje pomocí matice, která ukazuje základní vazby mezi jednotlivými prvky (silné, slabé stránky, příležitosti, ohrožení) a na jejímž základě lze přímo generovat potenciální určující strategie pro další rozvoj organizace. Na základě tohoto vodítka je možné upravovat a postupně konkretizovat strategická rozhodnutí - obecné cíle (záměry), formulovat konkrétní cíle (specifické) a úkoly pro jejich naplnění – viz účel SWOT analýzy.

Jednotlivé fáze jsou pro názornost dále rozloženy do konkrétních kroků. Popsaný postup realizace každého kroku SWOT analýzy je pouze orientační a vychází z osvědčených praktických zkušeností. Vzhledem k tomu, že metoda nemá pevný metodologický rámec je možné si navržený postup využití upravit podle potřeb a zvyklostí dané organizace (experta). Uvedené příklady jsou pouze ilustrativní a jsou uváděny pro lepší názornost jednotlivých prováděných kroků této analýzy.

V případě, že fázi identifikace a hodnocení silných a slabých stránek provádí jiná skupina než fázi identifikace a hodnocení příležitostí a hrozeb z vnějšího prostředí lze obě fáze provádět souběžně. Stejně tak není podstatné, zda začneme fází identifikace a hodnocení silných a slabých stránek nebo fází identifikace a hodnocení příležitostí a hrozeb.

² Univerzální Matice Rizikové Analýzy

7.4 Využití v oblasti ekonomických výpočtů

Při stanovení například ekonomického nebo popisného hodnocení je možno zvlášť výhodně aplikovat SWOT analýzu při stanovení například koeficientu K . Tento koeficient, kterým se přenásobí používaná veličina vyjadřuje momentální kondici základových půd (zeminy nebo souvrství) v návaznosti na odhadem nepostižitelné vlivy v názoru hodnotitele. Aby tento odborný odhad byl zatížen náhodnou subjektivní chybou co nejméně, se jako alternativní metoda stanovení jeho číselné výše nabízí aplikace SWOT analýzy.

Postup užití je i v této oblasti shodný s postupem při jiném použití – například v managementu řízení firmy.

Definujeme postupně prvky matice v jednotlivých submaticích (Obrázek 22), kterými, jak je uvedeno výše, jsou:

- Silné stránky = klady (pozitiva) předmětu odhadu S_i
- Slabé stránky = zápory (negativa) předmětu odhadu W_i
- Příležitosti = možnosti zvýšení atraktivity (pozitiva), to je zhodnocení předmětu odhadu O_i
- Hrozby = možné negativní jevy (negativa), to je znehodnocení předmětu odhadu T_i

Definovaných prvků těchto čtyř submatic může být libovolný nenulový počet; počet nemusí být tedy shodný ($n_S \neq n_W \neq n_O \neq n_T$).

$$S_i; i \in \langle 1; n \rangle \quad (7.3)$$

$$W_i; i \in \langle 1; n \rangle \quad (7.4)$$

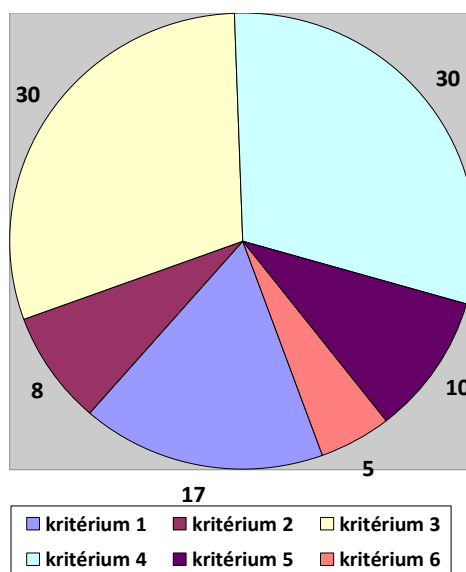
$$O_i; i \in \langle 1; n \rangle \quad (7.5)$$

$$T_i; i \in \langle 1; n \rangle \quad (7.6)$$

K jednotlivým prvkům submatice přináležejí jejich důležitost, tedy váha. Takto se z tohoto hodnocení stává hodnocení vícekritériální.

Váhování jednotlivých prvků, tedy kritérií pro vlastní hodnocení nám umožní zahrnout do výběru nerovnocenná kritéria (na rozdíl od jiných obdobných metod [31], [32], [33], [34]). Váhování však musí být provedeno odpovědně expertem. Platí zásada pro každou ze čtyř submatic, že součet vah jednotlivých kritérií dané submatice S , W , O a T se musí rovnat 1, tedy 100%.

Hodnocení jednotlivých kritérií je na expertu. Na základě praktických použití se jako minimální osvědčilo hodnocení čtyřbodovou stupnicí, maximálně šestibodovou. Pro příklad je možno zvolit hodnocení „jako ve škole“, to je stupnicí $1 \div 5$ pro pozitivní hodnocení, přičemž 1 je nejméně, 5 je nejvíce a stupnicí $-5 \div -1$ pro negativní hodnocení, kdy -5 je nejméně a -1 je nejvíce. To znamená klasické rozdělení na ose od nuly vpravo a vlevo.



Obrázek 23: Příklad váhování submatice SWOT analýzy se šesti kritérii (celek = 100%)

Kritérium hodnotíme libovolně.

$$V_{Mi} \in \langle x_{li}; x_{Mi} \rangle \quad (7.7)$$

Váhu a hodnocení každého z kritérií jednotlivých submatic násobíme.

$$K_{Mi} = V_{Mi} \cdot E_{Mi} \quad (7.8)$$

K_{Mi} = i-té kritérium submatice M (7.3), (7.4) (7.5), (7.6)

V_{Mi} = Veighting váha i-tého kritéria submatice M

E_{Mi} = Evaluate hodnocení i-tého kritéria submatice M

Musí platit podmínka, že součet vah všech kritérií dané submatice musí být roven jedné (100%), jak je ukázáno na obrázku (Obrázek 23).

$$\sum_{i=1}^n V_{Mi} = 1 \quad (7.9)$$

Do dalšího výpočtu vstupuje součet součinů vah a hodnocení interních kritérií a součet součinů vah a hodnocení externích kritérií.

$$I = \sum \prod_{i=1}^n K_{Mi} = \sum \prod_{i=1}^n K_{Si} + \sum \prod_{i=1}^n K_{Wi} \quad (7.10)$$

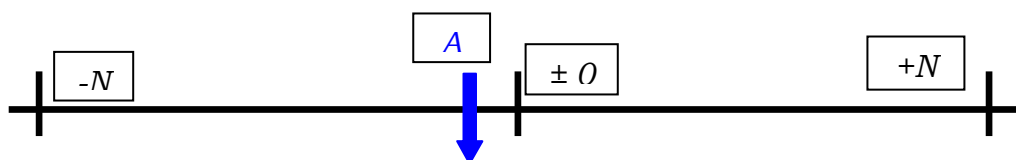
$$E = \sum_{i=1}^n \prod K_{Mi} = \sum_{i=1}^n \prod K_{Oi} + \sum_{i=1}^n \prod K_{Ti} \quad (7.11)$$

I = vnitřní internal value hodnota je součtem součinů (7.8) submatic S a W

E = vnější external value hodnota je součtem součinů (7.8) submatic O a T

Výsledná hodnota A SWOT analýzy je pak dána pozicí výsledku interních – vnitřních a externích – vnějších ukazatelů a dá se považovat za ukazatel úspěšnosti v případě marketingových hodnocení. Pro použití v rizikové analýze a určení ukazatele používaných ve forensních vědách je podkladem pro přepočtení požadované hodnoty daného ukazatele (například koeficientu – součinitele).

$$A = \sum_I^E V = \sum_{i=1}^n \prod K_{Si} + \sum_{i=1}^n \prod K_{Wi} + \sum_{i=1}^n \prod K_{Oi} + \sum_{i=1}^n \prod K_{Ti} \quad (7.12)$$



Obrázek 24: Vypočítaná hodnota A na číselné ose (minimální mez $-N$, maximální mez $+N$)

Pro klasické rozhodnutí o vhodnosti a podmínkách zakládání nám postačí pracovat s hodnotou A v uvedeném rozpětí ± 8 , přičemž -8 je nutno charakterizovat jako zcela nevhodné, 0 (nula) neutrální a $+8$ jako velmi vhodné. Změna hodnocení je možná zvýšením kladných kritérií (submatice “S” a “O”) a snížením nebo odstraněním negativních jevů charakterizovaných pomocí kritérií uvedených v submaticích “W” a “T” (Obrázek 22).

Číselné vyjádření je možno nahradit například barevnou interpretací výsledků, což je způsob použitelný například pro tvorbu mapových podkladů. [36] ÷ [39]



Obrázek 25: Ukázka barevné interpretace výsledků

Odborné veřejnosti je toto značení (hodnota \rightarrow barva) známo například z ČSN 73 0035 – mapy sněhových oblastí. [2]

7.5 Stanovení koeficientu (díličního součinitele) K

Pro další rozhodování, případně pro výpočet některých blíže nespecifikovaných charakteristik je možno stanovit výpočetní součinitel (koeficient) odlišný od výsledků SWOT analýzy a to například tam, kde není možno pohybovat se v oblasti záporných čísel.

Pokud máme stanovit koeficient K, musíme nejprve určit obor jeho platnosti. Pokud stanovíme koeficient menší než 1 a větší než nula (7.13), bude se výsledná hodnota snižovat a naopak, pokud pro koeficient větší než 1 se bude zvyšovat (7.14).

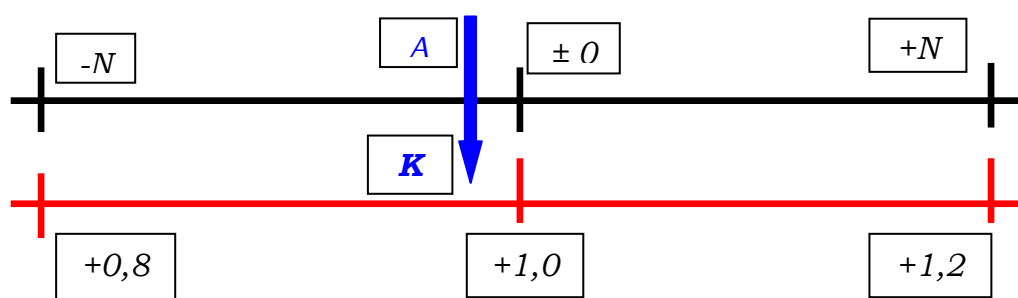
$$K \in \langle 0; 1 \rangle \quad (7.13)$$

$$K \in \langle 1; \infty \rangle \quad (7.14)$$

Samozřejmě že snížení hodnoty „na nulu“ jak je uvedeno v dolní okrajové podmínce (7.13) je nevhodné tak jako zvyšování veličiny „vysoko nad hodnotu jedné“ (7.14). Proto je nutno stanovit obor platnosti. Ten je možno získat statisticky z již komparací provedených pozorování a nebo jednoduše stanovit tuto hodnotu tzv. odborným odhadem. Můžeme říci, že koeficient K se bude pohybovat v rozmezí $\pm 20\%$ rozpětí k hodnotě obvyklé (vyšší hodnota je považována za nadhodnocení, nižší za podhodnocení). Proto tedy se pro tento případ bude koeficient K pohybovat v rozmezí 0,8 až 1,2 (7.15).

$$K \in \langle 0,8; 1,2 \rangle \quad (7.15)$$

Samozřejmě pokud expert sofistikovaným výpočtem prokáže hodnotu mimo tyto meze a jeho zdůvodnění bude mít reálný základ, pak se toto rozmezí může změnit.



Obrázek 26: Vztah mezi vypočítanou hodnotou A na číselné ose (minimální mez $-N$, maximální mez $+N$) a koeficientem K při zvoleném rozpětí

Za těchto podmínek (7.15) a zvolené stupnici hodnocení kritérií (hodnocení „jako ve škole“, to je stupnicí $1 \div 5$ pro pozitivní hodnocení, přičemž 1 je nejméně, 5 je nejvíce a stupnici $-5 \div -1$ pro negativní hodnocení, kdy -5 je nejméně a -1 je nejvíce) se musí výsledky

(7.10) a (7.11) pohybovat v intervalu $I=E... \in <-4;+4>$ a výsledek (7.12) pak $A \in <-8;+8>$, tedy dle obrázku (Obrázek 26) musí platit, že $-N = -8$ a $+N = +8$. Z pohledu koeficientu K je pro $N = -8$ hodnota $K = 0,8$ a pro $N = +8$ je hodnota $K = 1,2$.

Pracujeme s lineární funkcí, která v závislosti na hodnotách výsledku (7.12) „A“ bude schopna redukovat výši koeficientem K6. Funkci budeme definovat jako rovnici přímky určené dvěma body v ortogonálním souřadném systému a to počátečním bodem A[-8;0,8] a odem B[+8;1,2].

Vektor \vec{u} je tedy dán body A; B a normálový vektor \vec{n} je kolmý.

$$\vec{u} = B - A \Rightarrow \vec{u} = (16; 0,4) \quad \text{a normálový vektor } \vec{n} = (0,4; -16)$$

Obecná přímka je definována vztahem: $ax + by + c = 0$

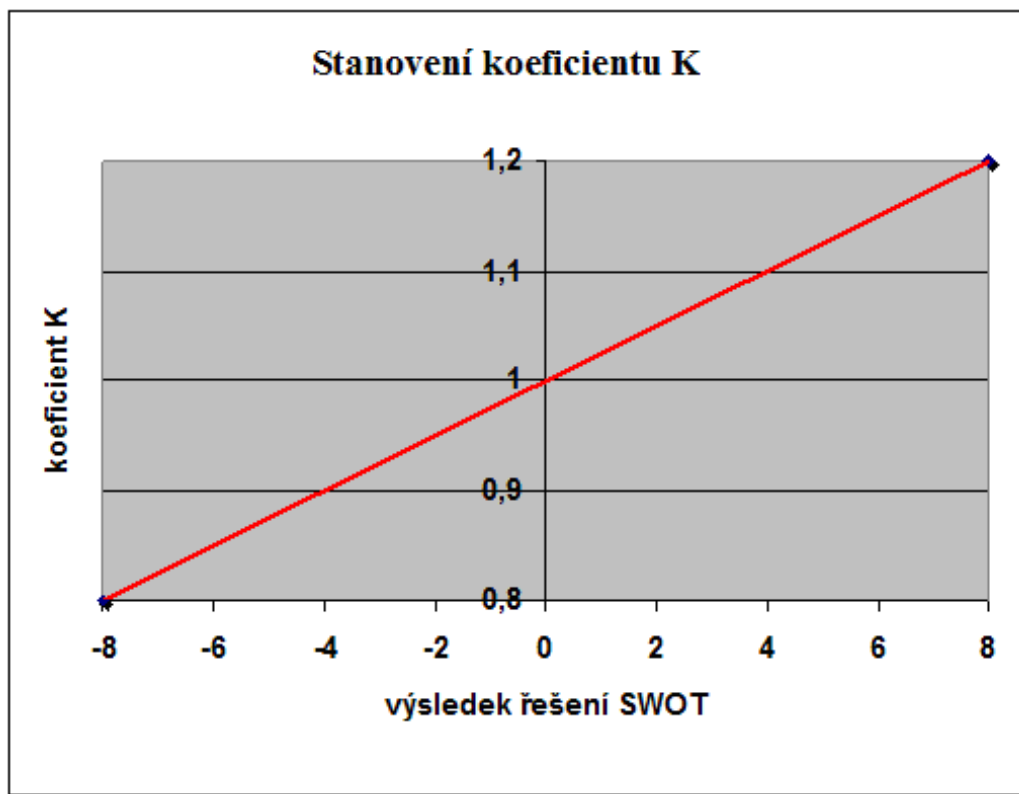
Do této přímky dosadíme souřadnice normálového vektoru \vec{n} .

$$\text{Obdržíme p: } 0,4 \cdot x - 16y + c = 0 \quad B \times p \Rightarrow 0,4 \times 8 - 16 \times 1,2 + c = 0 \Rightarrow c = 16$$

Výsledná rovnice přímky pro zjišťovaný rozsah platnosti koeficientu K6 a s podmínkou, že pro $K = 0,8$ musí být výsledná hodnota hodnocení na úrovni -8 a pro $K6 = 1,2$ na úrovni +8 je:

$$0,4x - 16y + 16 = 0 \tag{7.16}$$

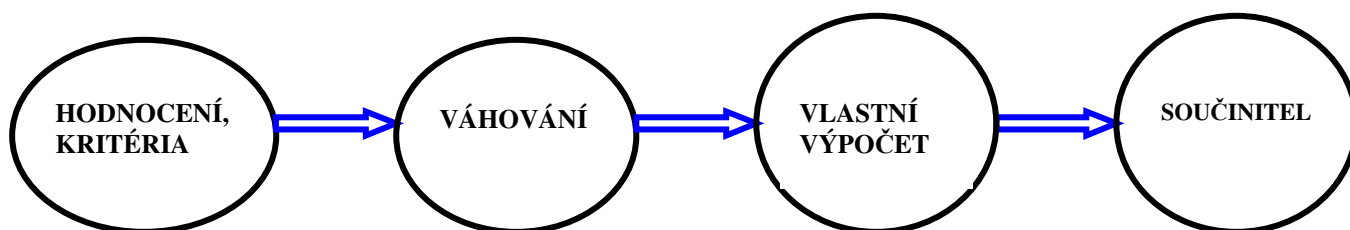
$$y = \frac{0,4x + 16}{16} = 0,025x + 1 \tag{7.17}$$



Obrázek 27: Vztah mezi vypočítanou hodnotou A na číselné ose (minimální mez -N, maximální mez +N) a koeficientem K při zvoleném rozpětí

Tímto, výše popsaným způsobem získáme hodnotu koeficientu K , kterou můžeme redukovat požadovanou hodnotu v závislosti na stavu základové půdy a podmínkách, ve kterých se nachází (včetně dalších, jinde nepopsaných vlivů).

7.6 SWOT analýza – orientační popis jednotlivých kroků výpočtu



7.6.1 Hodnocení kritéria

Výsledkem je číslo z intervalu $< 1; 5 >$ nebo $< -1; -5 >$, celé číslo, v daném případě (možnost překalibrování na jiný rozsah dle potřeb pojišťovny). (Obrázek 26).

7.6.2 Váhování

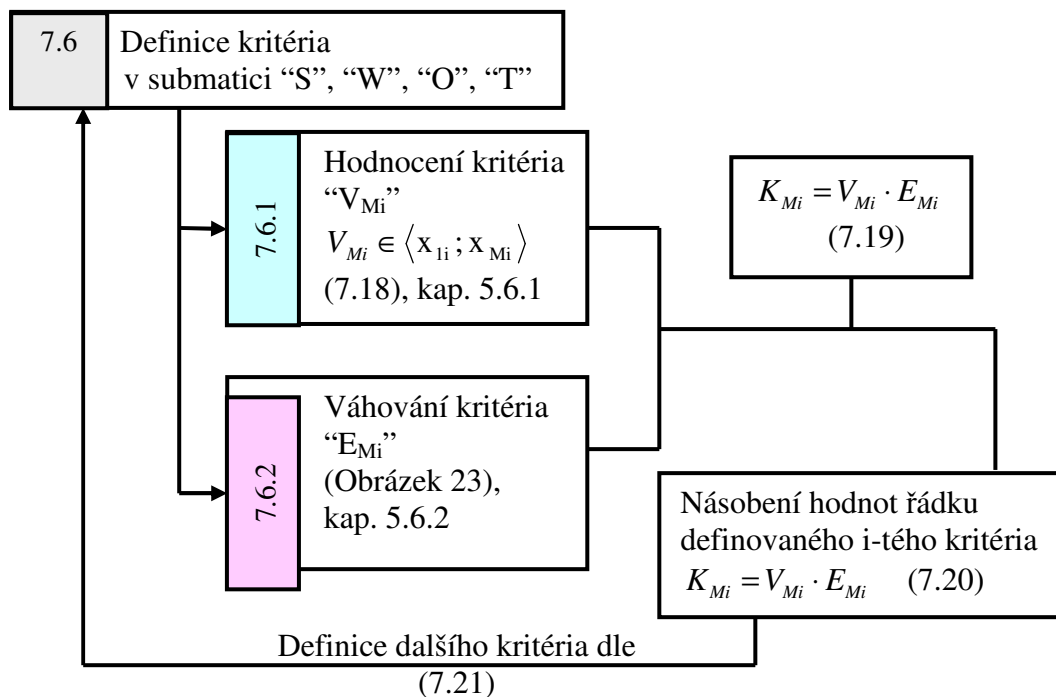
Jedná se o váhování jednotlivých kritérií, (součet se musí rovnat 100%, (Obrázek 23).

Váhování je významný důvod proto, že nemůžeme každé potenciační nestabilitě přiřadit hodnocení jednotlivým koeficientem. Zároveň je další okrajovou podmínkou skutečnost, že nikdy předem nevíme počet ohrožujících faktorů na dané lokalitě.

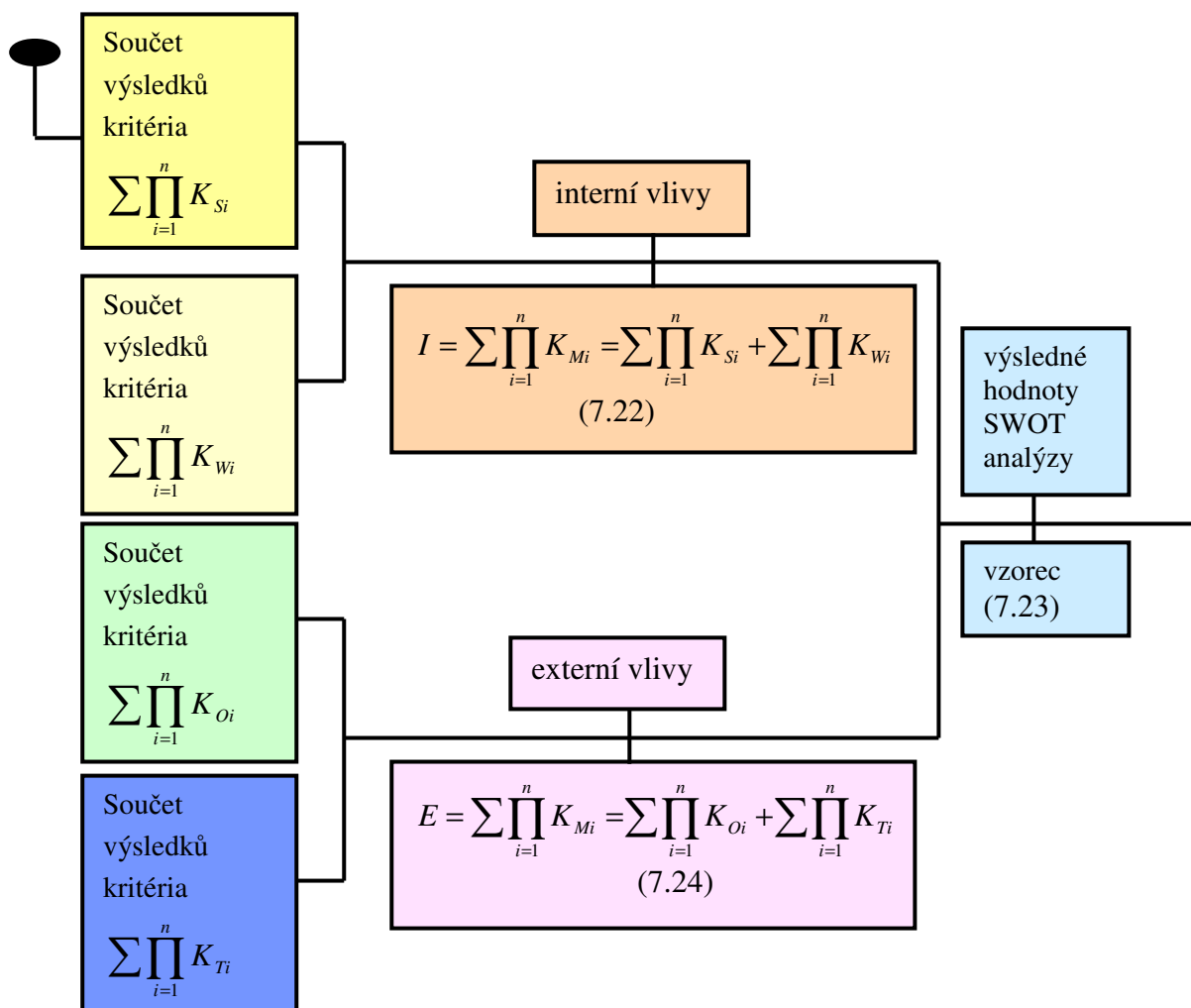
7.6.3 Součinitel

Jedná se o součinitel stanovení rizikového faktoru, jež svým rozsahem náleží do intervalu $< + 8; - 8 >$.

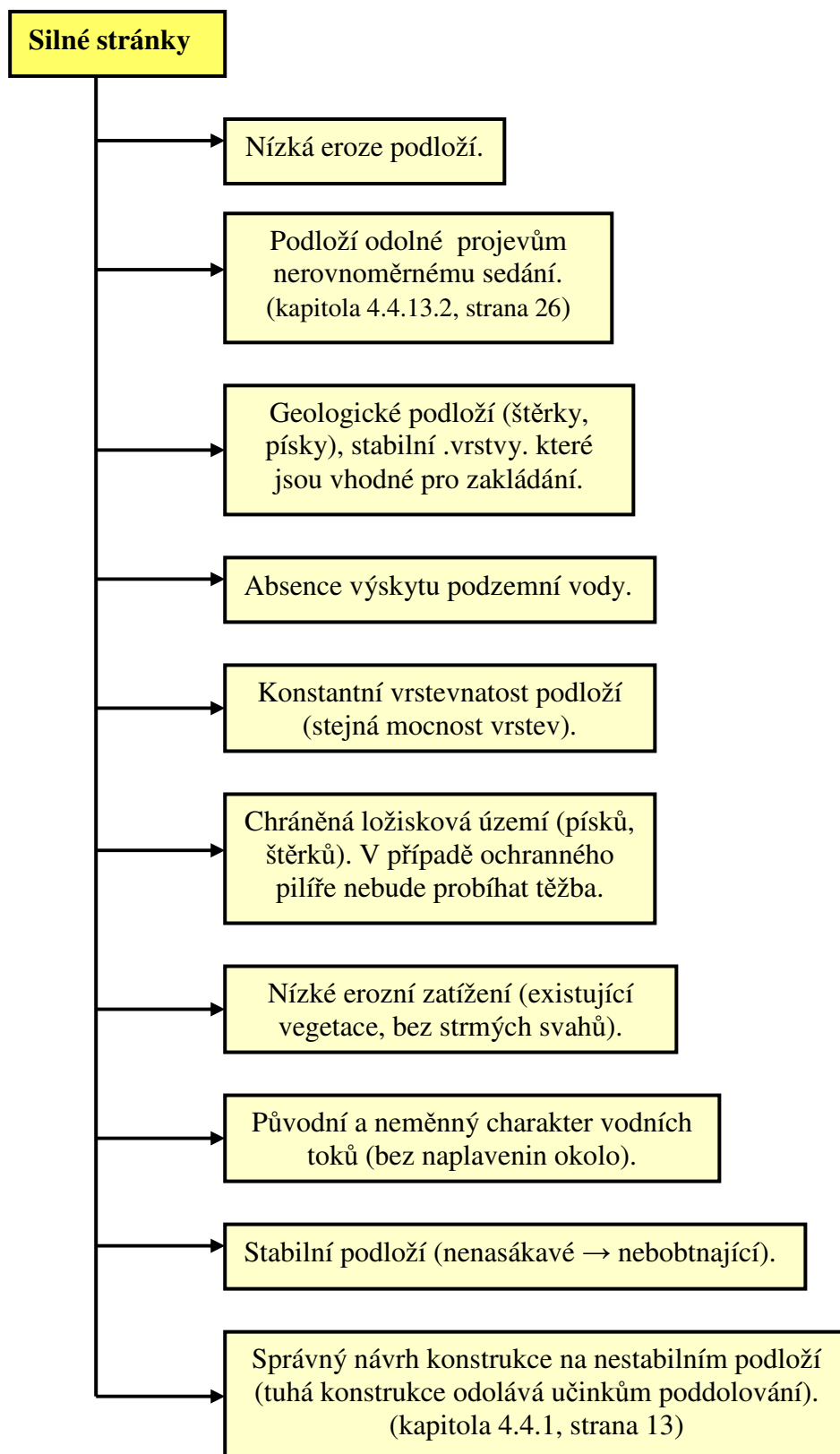
7.7 Schéma 1: příprava submatice "S", nebo "W", "O" a "T"



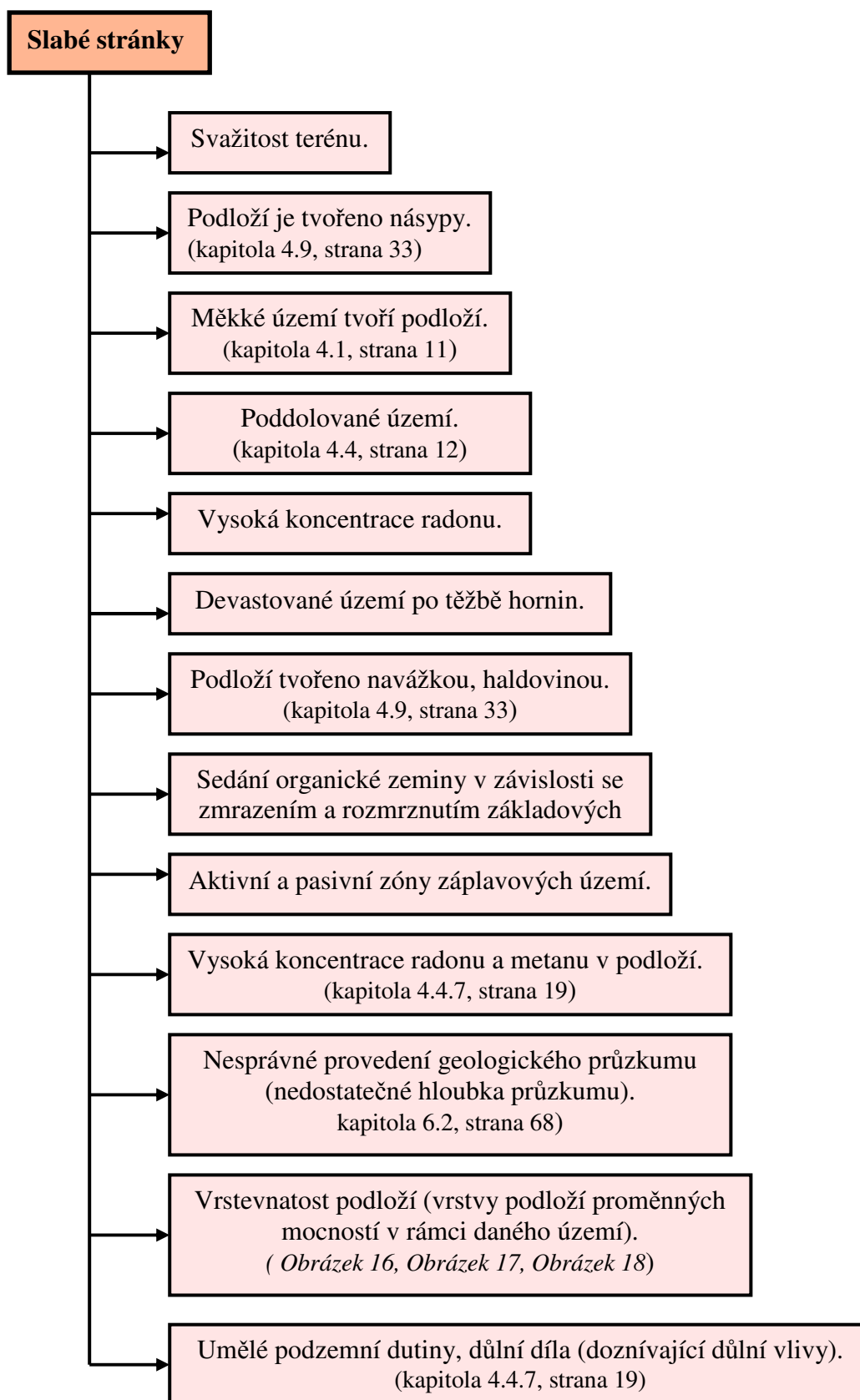
7.8 Druhý krok



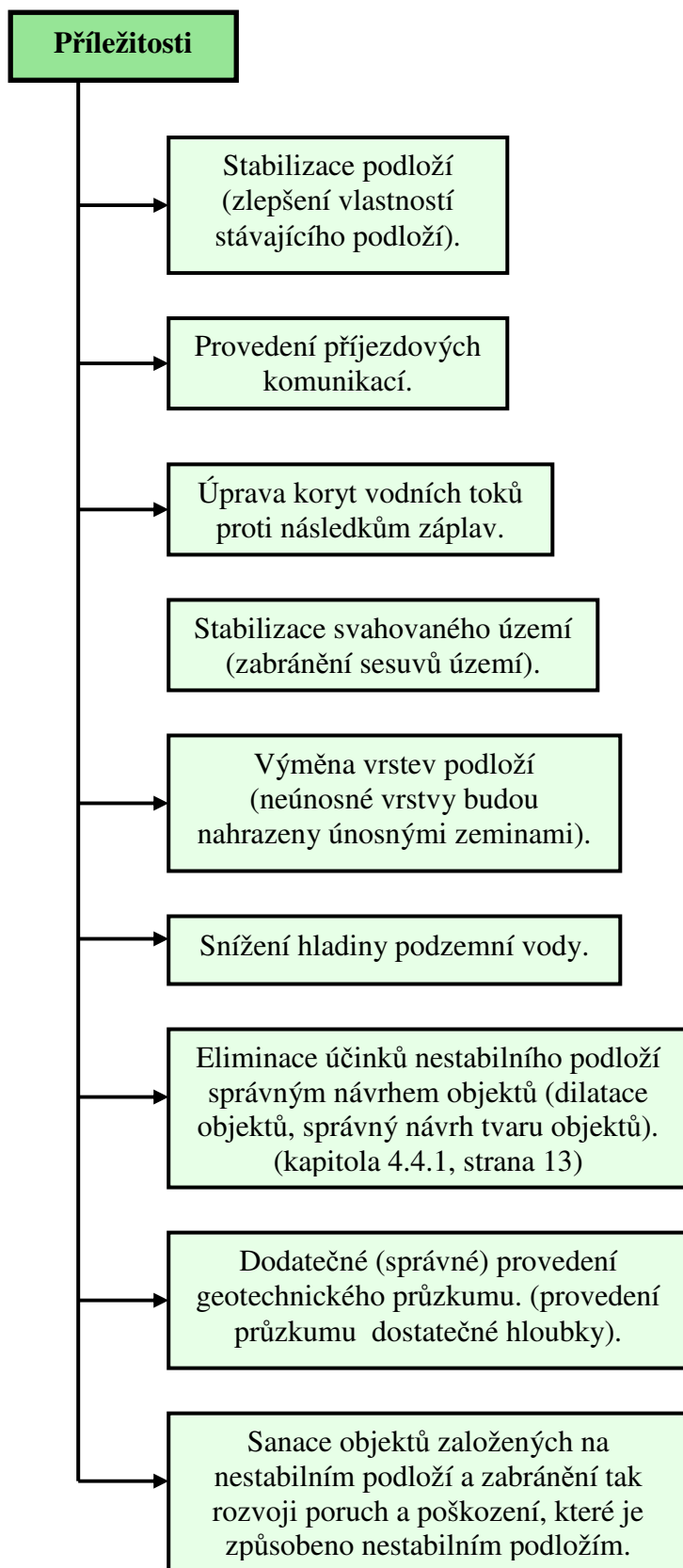
7.9 Silné stránky podloží "S"



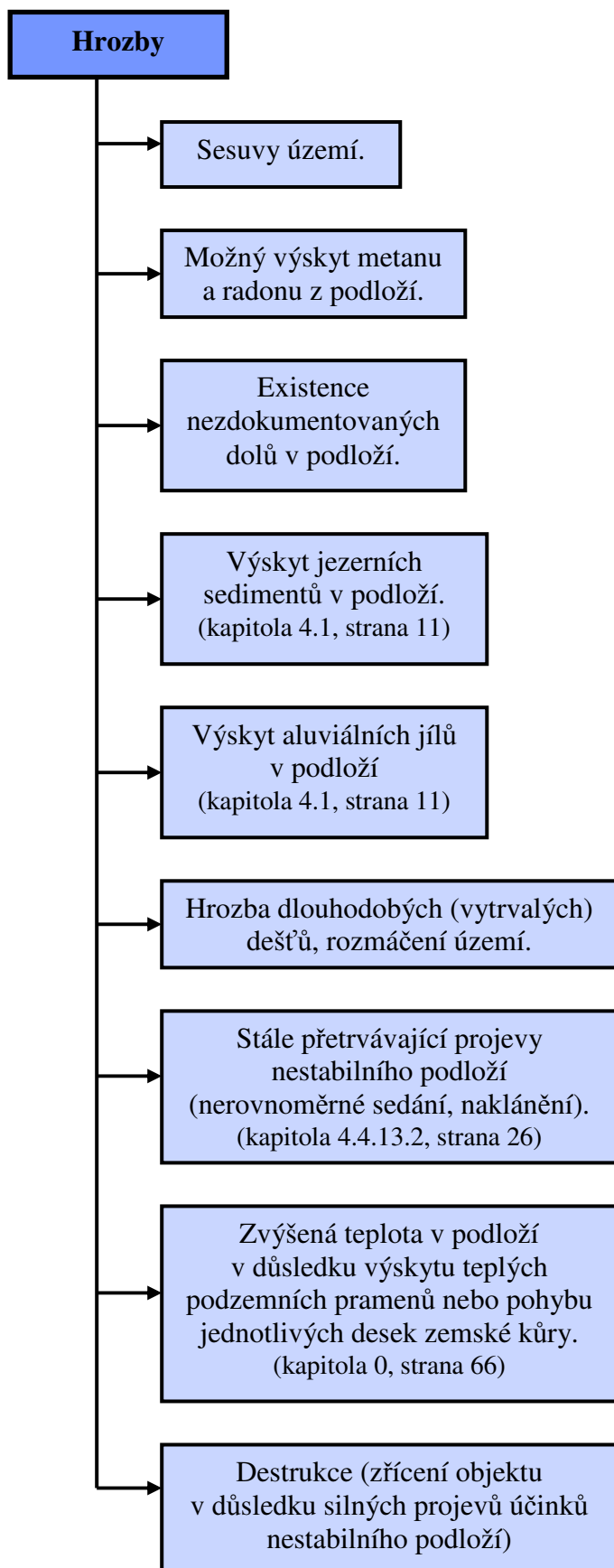
7.10 Slabé stránky podloží "W"



7.11 Příležitosti podloží "O"



7.12 Hrozby podloží "T"



Tabulka 7-2: Ukázka zpracování hodnotících kritérií v tabulce – vzor 1

Příklad 1

A	silné str.	S	váha	hodnocení	II
	1	kritérium 1 (tuhá konstrukce situovaná na poddolovaném území)	0,36	5	1,8
	2	kritérium 2 (správný návrh a provedení geologického průzkumu)	0,15	5	0,75
	3	kritérium 3 (hladina spodní vody)	0,24	4	0,96
	4	kritérium 4 (chemické složení spodních vod, možnost injektáže - zesilování podloží)	0,23	2	0,46
	5	kritérium 5 (situovaná studna (kontrola kolísání HPV))	0,02	1	0,02
	součet		1,00	16	3,99
B	slabé str.	W			
	1	kritérium 1 (neznalost geologického profilu v hloubce větší jak 3m)	0,35	-3	-1,05
	2	kritérium 2 (svažitost terénu)	0,30	-1	-0,3
	3	kritérium 3 (špatný přístup na pozemek (nemožnost vjezdu techniky a průzkumu))	0,20	-3	-0,6
	4	kritérium 5 (finanční hledisko prací při sanování podloží)	0,15	-2	-0,3
	součet		1,00	-9	-2,25
C	příležitost	O			
	1	kritérium 1 (dodatečné provedení sond z za účelem zjištění geologického profilu v hl. >3m)	0,45	5	2,25
	2	kritérium 2 (provedení příjezdové komunikace)	0,45	5	2,25
	3	kritérium 4 (snížení hladiny spodní vody)	0,1	3	0,3
	součet		1,00	13	4,8
D	hrozba	T			
	1	kritérium 1 (ústní tradování starousedlíků (existence dolu před II. svět. válkou - nepodložené))	0.30	-2	-0.6
	2	kritérium 2 (při GP nalezení archeologicky cenných částí předmětů)	0.10	-1	-0.1
	3	kritérium 4 (dlouhodobé deště, rozmočení zeminy, nemožnost pracovat na zlepšení podloží)	0.30	-2	-0.6
	4	kritérium 5 (zvýšená teplota v podloží důsledkem podzemních pramenů)	0.30	-1	-0.3
	součet		1,00	-6	-1,6
E	interní A+B				1,74
F	externí C+D				3,2
	výsledek E+F			K=0,809	4,94

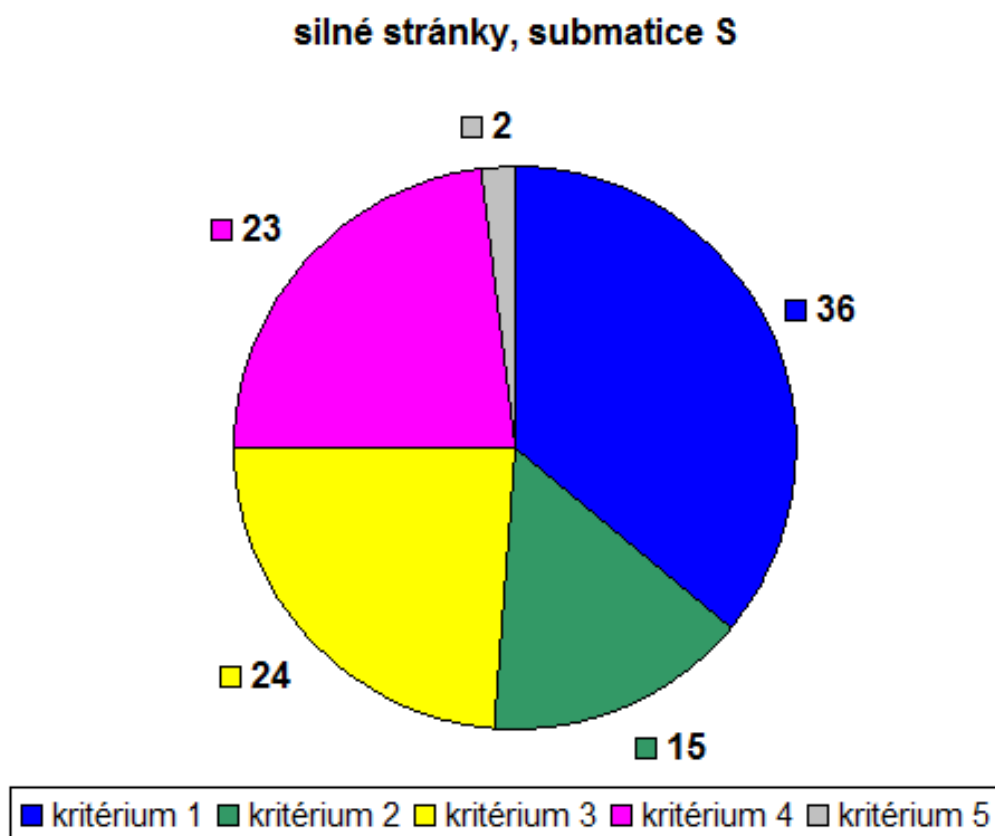
7.13 Ukázka rozdělení jednotlivých kritérií SWOT analýzy do grafů

V následujících kapitolách je ukázka rozdělení jednotlivých částí tvořících SWOT analýzu. Tyto části jsou:

- interní (silné a slabé stránky),
- extrení (příležitosti a hrozby).

7.13.1 Silné stránky, submatice S

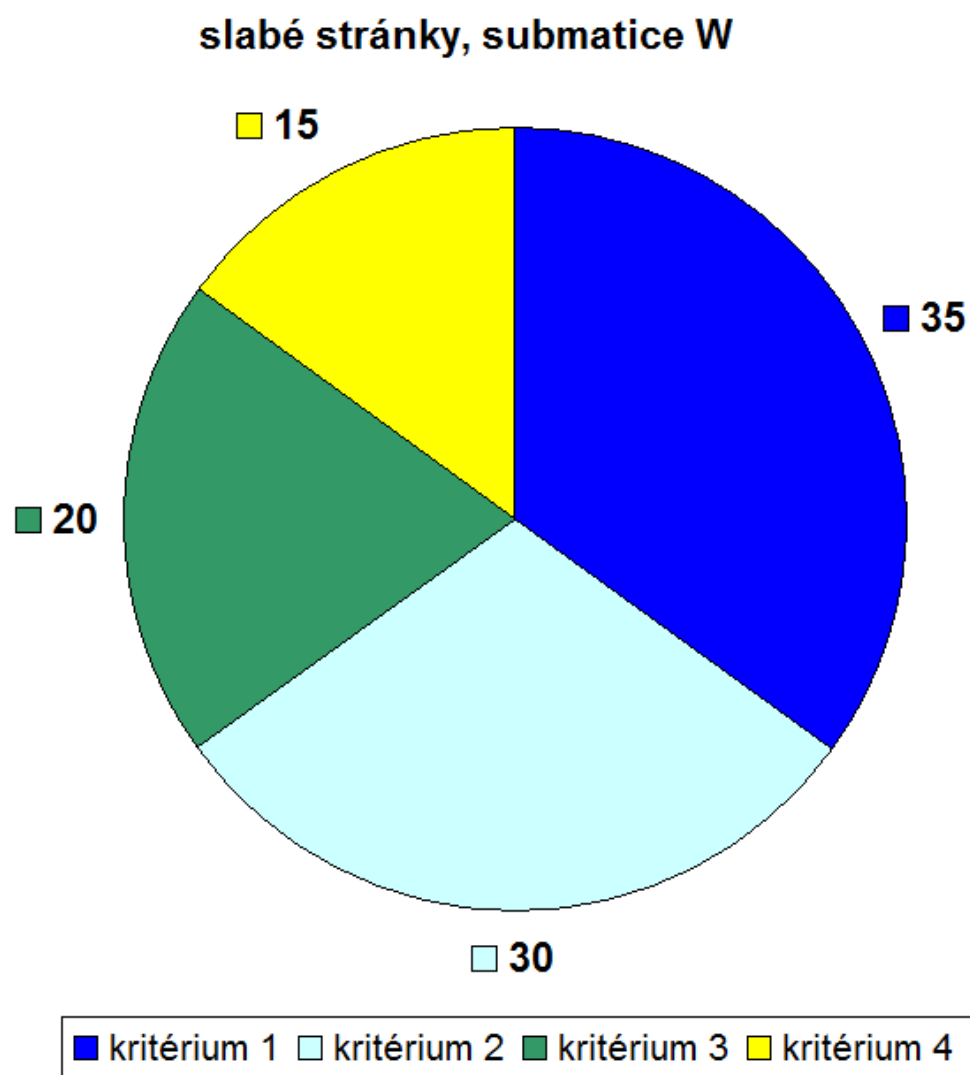
V této podkapitole je uvedeno váhování jednotlivých kritérií podloží. Jedná se o silné stránky podmatice matice SWOT analýzy. Podrobný popis jednotlivých kritérií je uveden výše (viz *Tabulka 7-2*). Silné stránky (klady) a jim přiřazeno váhování je dáno tím, zda silnou stránku při analýze příčin poruch staveb založených na nestabilním podloží budeme využívat a rozvíjet.



Obrázek 28: Příklad váhování submatice S (silných stránek) SWOT analýzy z pěti kritérií (celek = 100%)

7.13.2 Slabé stránky, submatice W

V této podkapitole je uvedeno váhování jednotlivých kritérií podloží. Jedná se o slabé stránky podmatice matice SWOT analýzy. Podrobný popis jednotlivých kritérií je uveden výše (viz Tabulka 7-2). Slabé stránky (zápory) a jim přiřazeno váhování je dáno tím, zda slabou stránku při analýze příčin poruch staveb založených na nestabilním podloží budeme dále řešit, budeme se ji snažit minimalizovat, případně ji kompenzovat jinou aktivitou.

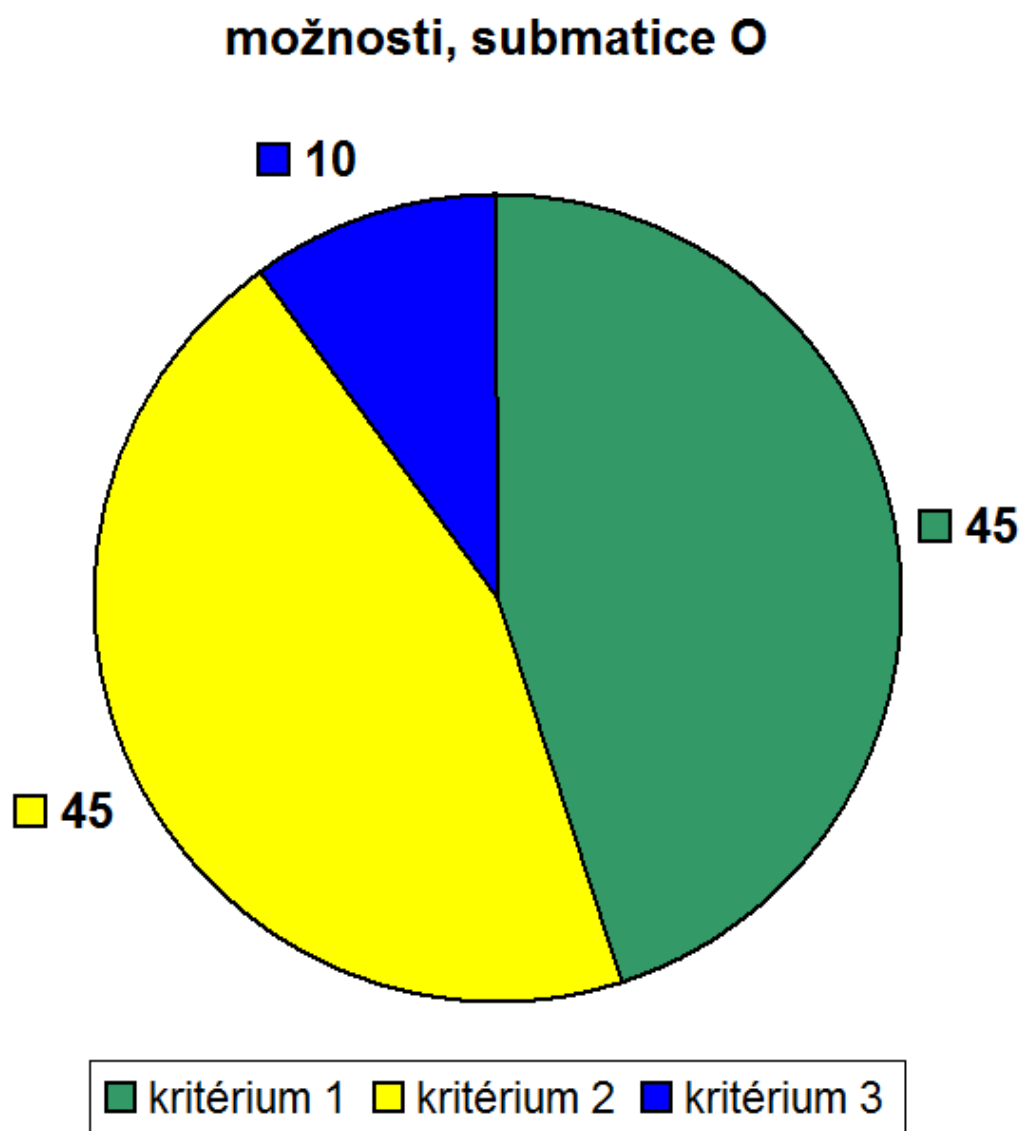


Obrázek 29: Příklad váhování submatice W (slabých stránek) SWOT analýzy ze čtyř kritérií (celkem = 100%)

7.13.3 Možnosti, submatice O

V této podkapitole je uvedeno váhování jednotlivých kritérií podloží. Jedná se o možnosti (příležitosti) podmatice matice SWOT analýzy. Podrobný popis jednotlivých kritérií je uveden výše (viz Tabulka 7-2). Možnosti (příležitosti) jsou faktory, které přicházejí z vnějšku. Jsou to možnosti (příležitosti) v němž se daný typ nestabilního podloží nachází.

Tyto vlivy (některé) je možno částečně řídit, případně na ně včas zareagovat. Jistá hlediska je také možno využívat a nebo je kompenzovat jinými.

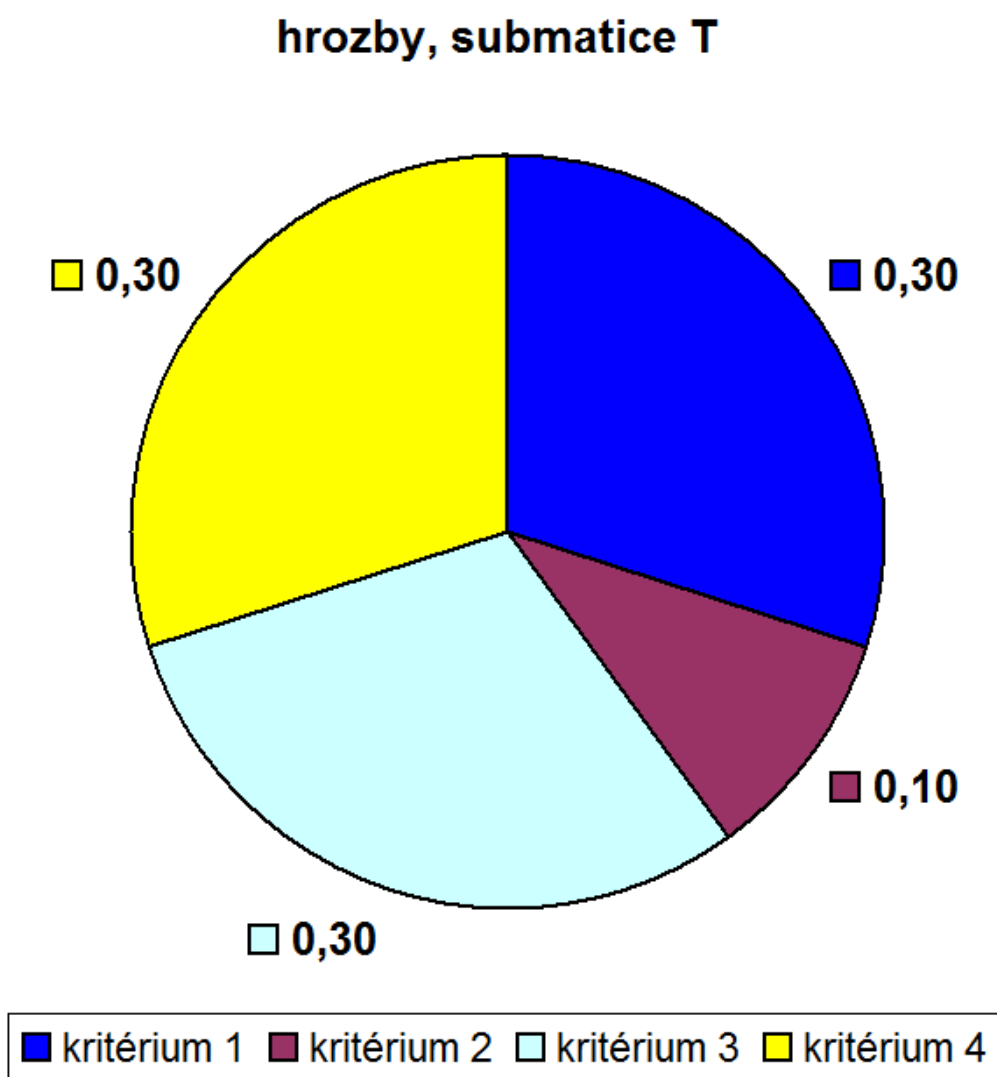


Obrázek 30: Příklad váhování submatice O (možnosti) SWOT analýzy ze čtyř kritérií (celek = 100%)

7.13.4 Hrozby, submatice T

V této podkapitole je uvedeno váhování jednotlivých kritérií podloží. Jedná se o hrozby podmatice matice SWOT analýzy. Podrobný popis jednotlivých kritérií je uveden výše (viz Tabulka 7-2). Hrozby (rizika) jsou faktory, které přicházejí z vnějšku. Jsou to hrozby (rizika) prostředí v němž se daný typ nestabilního podloží nachází.

Tyto vlivy (některé) je možno částečně řídit, případně na ně včas zareagovat. Jistá hlediska je také možno využívat a nebo je kompenzovat jinými.

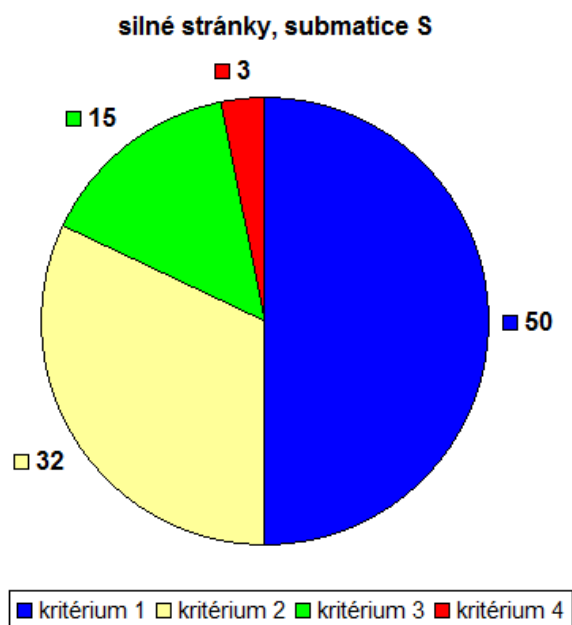


Obrázek 31: Příklad váhování submatice T (hrozby) SWOT analýzy ze čtyř kritérií (celek = 100%)

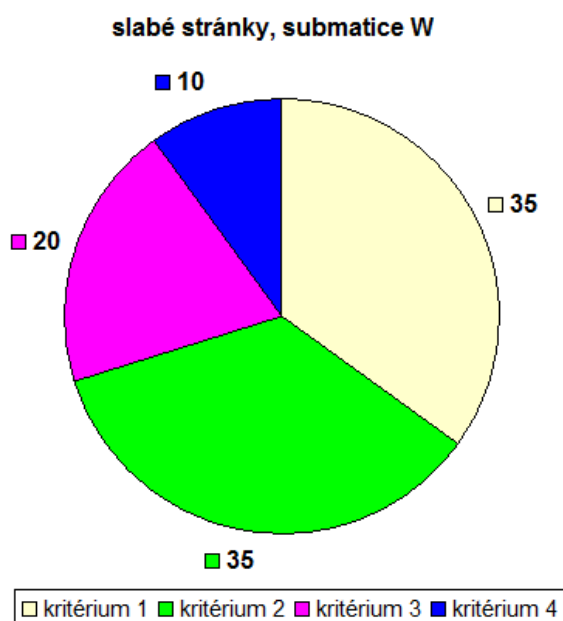
Tabulka 7-3: Ukázka zpracování hodnotících kritérií v tabulce – vzor 2

Příklad 2

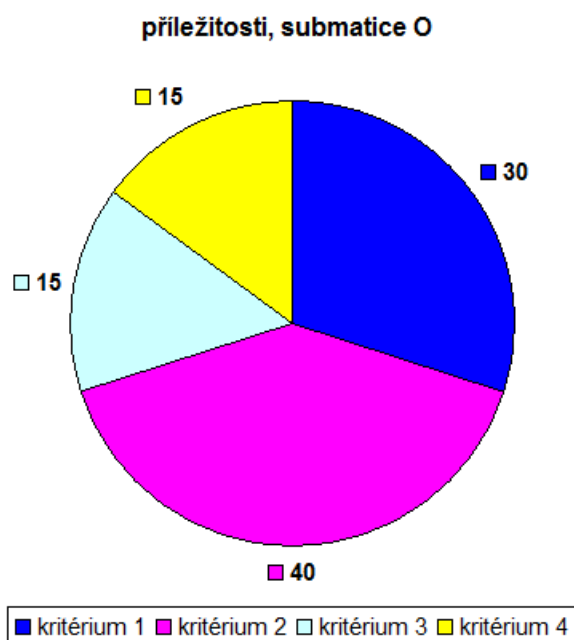
A	silné str.	S	váha	hodnocení	II
	1	kritérium 1 (památkově chráněná stavba situovaná na poddolovaném území)	0,50	5	2,5
	2	kritérium 2 (správný návrh a provedení geologického průzkumu)	0,32	5	1,6
	3	kritérium 3 (hladina spodní vody)	0,15	3	0,45
	4	kritérium 4 (situovaná studna (kontrola kolísání HPV))	0,03	1	0,03
	součet		1,00	14	4,58
B	slabé str.	W			
	1	kritérium 1 (profil podloží po dodatečném provedení geologického průzkumu)	0,35	-5	-1,75
	2	kritérium 2 (svažitost terénu. výskyt aluviálních jíílů)	0,35	-1	-0,35
	3	kritérium 3 (špatný přístup na pozemek (nemožnost vjezdu techniky a průzkumu))	0,20	-3	-0,6
	4	kritérium 4 (vedení inženýrských sítí v místě základových konstrukcí)	0,10	-3	-0,3
	součet		1,00	-12	-3
C	příležitost	O			
	1	kritérium 1 (dodatečné provedení sond z za účelem zjištění geologického profilu v hl. >3m)	0,30	5	1,5
	2	kritérium 2 (provedení příjezdové komunikace)	0,40	5	2
	3	kritérium 3 (sanace podloží za účelem eliminace projevů účinků poddolování)	0,15	4	0,6
	4	kritérium 4 (snížení hladiny spodní vody)	0,15	3	0,45
	součet		1,00	17	4,55
D	hrozba	T			
	1	kritérium 1 (ústní tradování starousedlíků (existence dolu před II. svět. válkou - nepodložené))	0,30	-2	-0,6
	2	kritérium 2 (výskyt metanu, radonu v podloží)	0,10	-1	-0,1
	3	kritérium 3 (dlouhodobé deště, rozmočení zeminy, nemožnost pracovat na zlepšení podloží)	0,30	-2	-0,6
	4	kritérium 4 (zvýšená teplota v podloží důsledkem podzemních pramenů)	0,30	-2	-0,6
	součet		1,00	-7	-1,3
E	interní A+B				1,58
F	externí C+D				3,25
	výsledek E+F			K=0,802	4,83



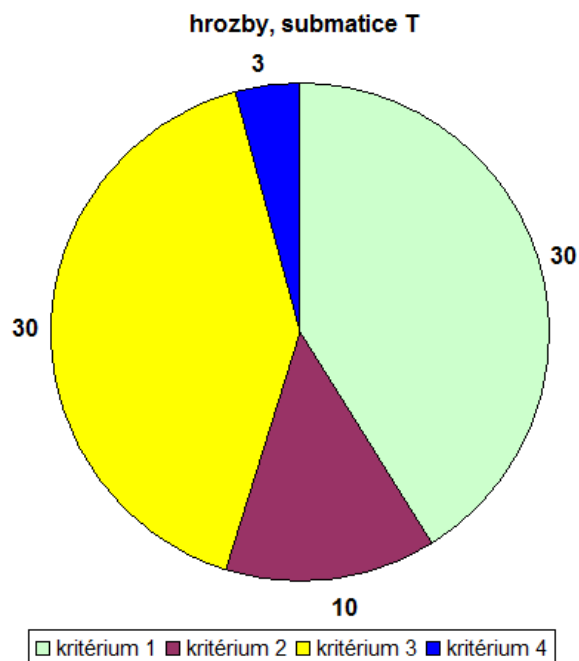
Obrázek 32: váhování jednotlivých kritérií podloží. Jedná se o silné stránky podmatice matice SWOT analýzy. Podrobný popis jednotlivých kritérií je uveden výše (viz Tabulka 7-3)



Obrázek 33: váhování jednotlivých kritérií podloží. Jedná se o slabé stránky podmatice matice SWOT analýzy. Podrobný popis jednotlivých kritérií je uveden výše (viz Tabulka 7-3)



Obrázek 34: váhování jednotlivých kritérií podloží. Jedná se o příležitosti podmatice matice SWOT analýzy. Podrobný popis jednotlivých kritérií je uveden výše (viz Tabulka 7-3)



Obrázek 35: váhování jednotlivých kritérií podloží. Jedná se o hrozby podmatice matice SWOT analýzy. Podrobný popis jednotlivých kritérií je uveden výše (viz Tabulka 7-3)

8 Stav podloží

Stav podloží (základové půdy) zjišťujeme na základě granulometrického složení, tj. podle křivky zrnitosti, kterou získáme areometrickou hustoměrnou zkouškou.

Rozlišujeme:

Horniny skalní - skalní horniny vytvářející zemskou kůru, mají různé minerální složení a strukturu., mají velkou pevnost, danou soudržností, malou stlačitelnost a malou propustnost.

Horniny nesoudržné - Zeminy nesoudržné, nekohezní, jsou to převážně písky a štěrky, materiály, které nejsou stmeleny. U nich závisí pevnost na tření částic mezi sebou a stlačitelnost je závislá na ulehlosti či nakypření.

Horniny soudržné - Zeminy soudržné, kohezní, u nich je pevnost dána soudržností, jsou stlačitelné a propustné. Mezi ně patří jíly, slíny, silty, spraše, sprašové hlíny atd.

Organické půdy - Organické půdy, jsou měkké, stlačitelné a propustné; obsahují organické částice.

Násypy - Násypy také patří k základovým půdám, jejich vlastnosti závisí na druhu, ulehlosti a stáří.

Z hlediska zakládání staveb se jednotlivé druhy hornin a zemin hodnotí takto:

Velmi vhodné :

- poloskalní horniny.

Vhodné :

- skalní horniny, hrubý štěrk, soudržné zeminy jako např. tuhý, mastný jíl;
- nesoudržné zeminy jako písek a štěrkopísek.

Nevhodné :

- vodou nasycené, promočené zeminy (bláto), rašelina;
- ornice, znečištěné povrchové vrstvy, smetiště.

8.1 Základní typy zemin

V této kapitole jsou uvedeny typy zemin, které budou dále posuzovány v uvedených výpočtech, a pro které bude provedeno posouzení jejich únosnosti pod základovými konstrukcemi.

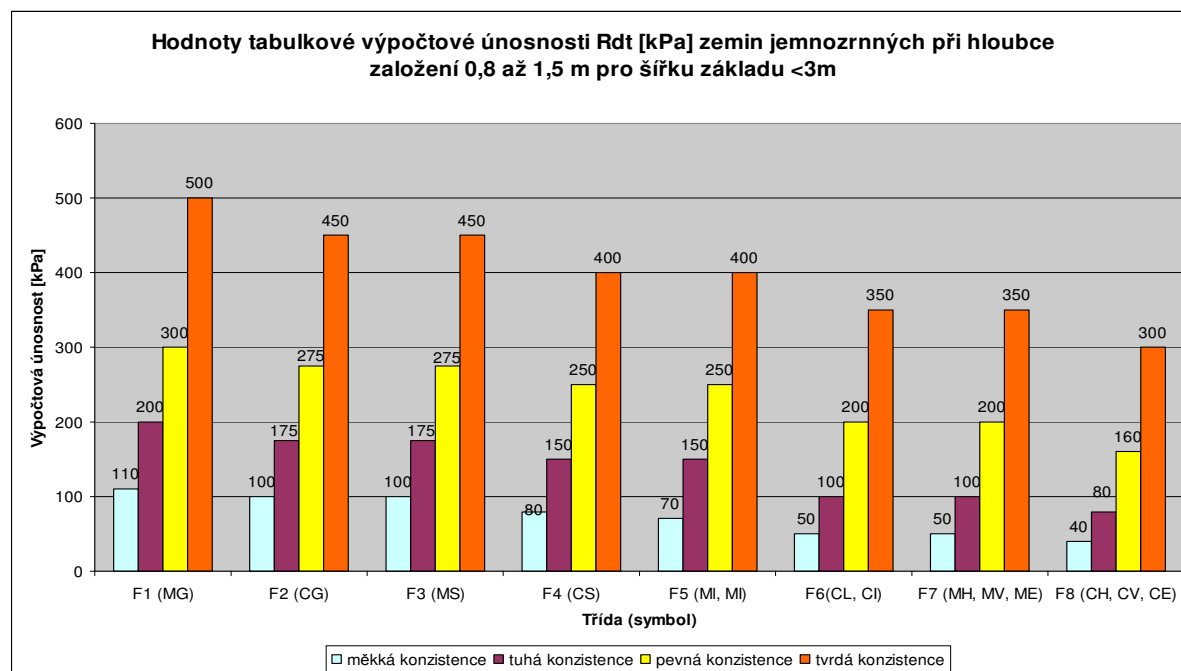
Předpokladem snižování únosnosti u větších šířek základových konstrukcí (viz *Tabulka 8-2, Tabulka 8-3*). je skutečnost, že u větší šířky základu je větší pravděpodobnost, že zvýšená hloubka aktivní zóny zasáhne do geologického prostředí, kde již existuje zvodnění. [11]

8.1.1 Zeminy jemnozrnné

Základní název těchto zemin je jemnozrnná zemina, symbol zeminy je: F (po upřesnění jílu – symbol C, nebo hlína – symbol M). Zeminy jemnozrnné jsou členěny do sedmi tříd F1 až F8. (viz Tabulka 8-1). [11]

Tabulka 8-1: Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} [kPa] zemin jemnozrnných při hloubce založení 0,8 až 1,5 m pro šířku základu ≤ 3 m

Třída	Symbol	výpočtová únosnost R_{dt} [kPa]			
		Konzistence			
		měkká	tuhá	pevná	tvrdá
F1	MG	110	200	300	500
F2	CG	100	175	275	450
F3	MS	100	175	275	450
F4	CS	80	150	250	400
F5	ML, MI	70	150	250	400
F6	CL, CI	50	100	200	350
F7	MH, MV, ME	50	100	200	350
F8	CH, CV, CE	40	80	160	300



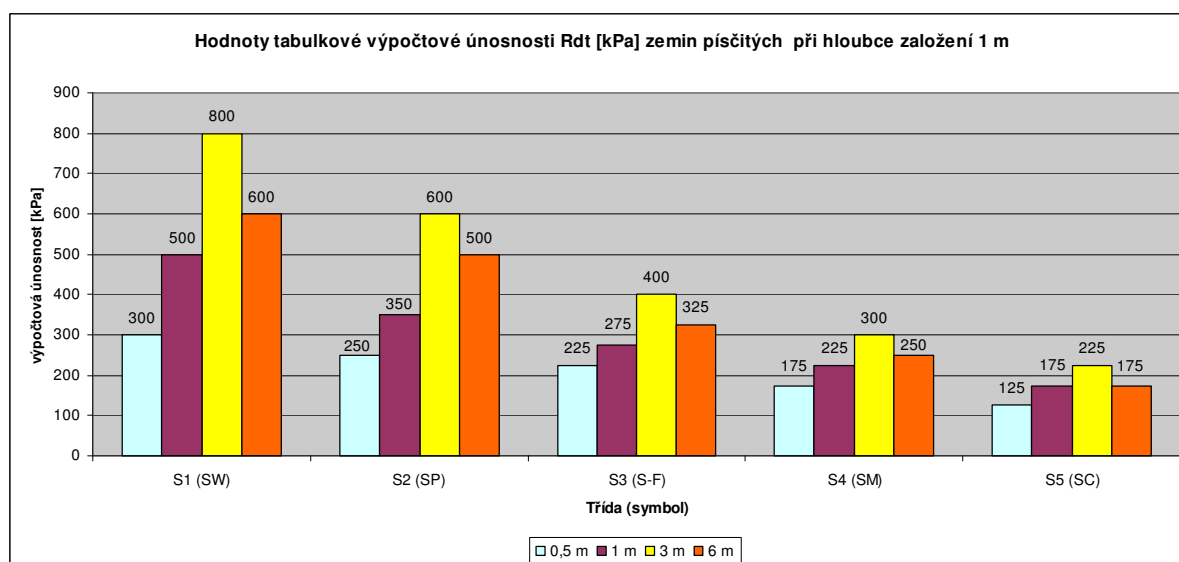
Obrázek 36: Graf - hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} [kPa] zemin jemnozrnných při hloubce založení 0,8 až 1,5 m (dle Tabulka 8-1) [11]

8.1.2 Zeminy písčité

Základní název těchto zemin je – písek, symbol zeminy – S. Zeminy písčité jsou členěny do pěti tříd S1 až S5 (viz Tabulka 8-2). [11]”

Tabulka 8-2: Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} [kPa] zemin písčitých při hloubce založení 1 m

Třída	Symbol	výpočtová únosnost R_{dt} [kPa]			
		šířka základu b [m]			
		0,5	1	3	6
S1	SW	300	500	800	600
S2	SP	250	350	600	500
S3	S-F	225	275	400	325
S4	SM	175	225	300	250
S5	SC	125	175	225	175



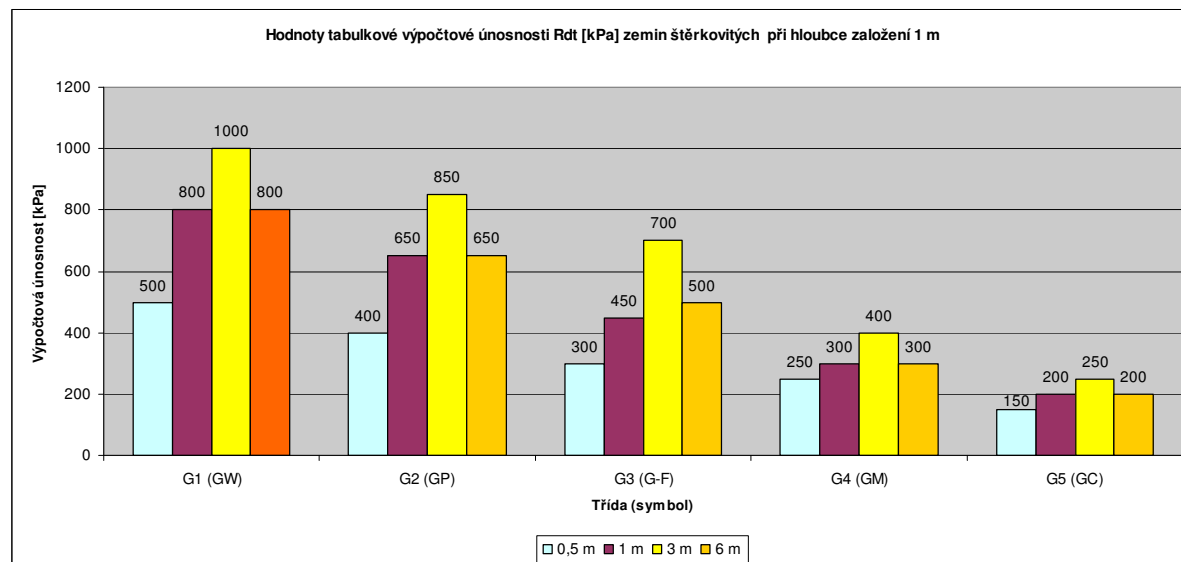
Obrázek 37: Graf - hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} [kPa] zemin písčitých při hloubce založení 1 m (dle Tabulka 8-2) [11]

8.1.3 Zeminy šterkovité

Základní název těchto zemin je – šterk, symbol zeminy – G. Zeminy šterkovité jsou členěny do pěti tříd G1 až G5 (viz Tabulka 8-3). [11]

Tabulka 8-3: Hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} [kPa] zemin šterkovitých při hloubce založení 1 m

Třída	Symbol	výpočtová únosnost R_{dt} [kPa]			
		šířka základu b [m]			
		0,5	1	3	6
G1	GW	500	800	1000	800
G2	GP	400	650	850	650
G3	G-F	300	450	700	500
G4	GM	250	300	400	300
G5	GC	150	200	250	200



Obrázek 38: Graf - hodnoty tabulkové výpočtové únosnosti R_{dt} [kPa] zemin šterkovitých při hloubce založení 1 m (dle Tabulka 8-3) [11]

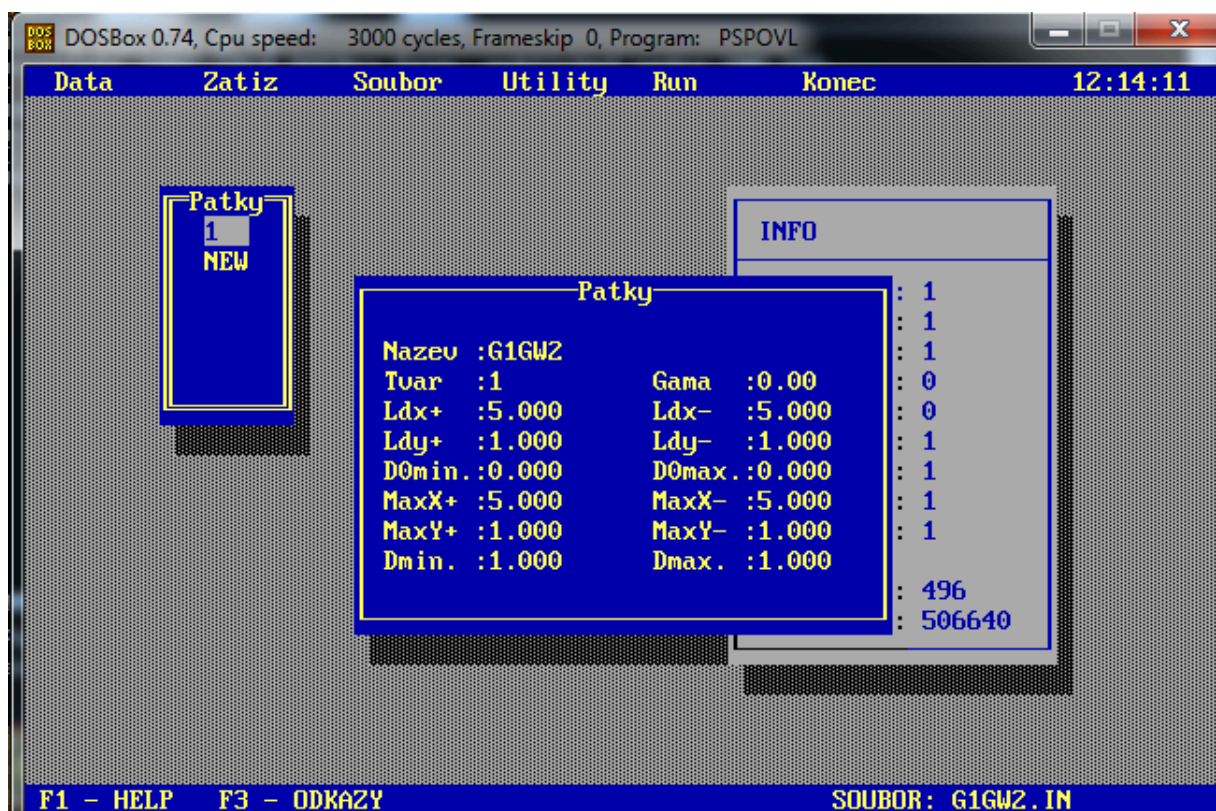
Předpokladem snižování únosnosti u větších šířek základových konstrukcí je skutečnost, že u větší šířky základové konstrukce je větší pravděpodobnost, že zvýšená hloubka aktivní zóny zasáhne do geologického prostředí, kde již existuje zvodnění. (viz Tabulka 8-2, Obrázek 37 Tabulka 8-3, Obrázek 38).

8.2 Program P.S. patka 1.14 [46]

Jedná se o program, který provádí návrh a posouzení základů dle [11] na libovolně vrstevnatém podloží a prověřuje mezní stavy stability polohy dle [1].

8.3 Rozměry základové konstrukce

Do části programu, která je určena pro zadávání vstupních parametrů týkajících se s rozměry základové konstrukce se zadávají následující údaje (viz legenda).



Obrázek 39 : Zadávání údajů do programu PC – patka, část zadávání rozměrů základové konstrukce,

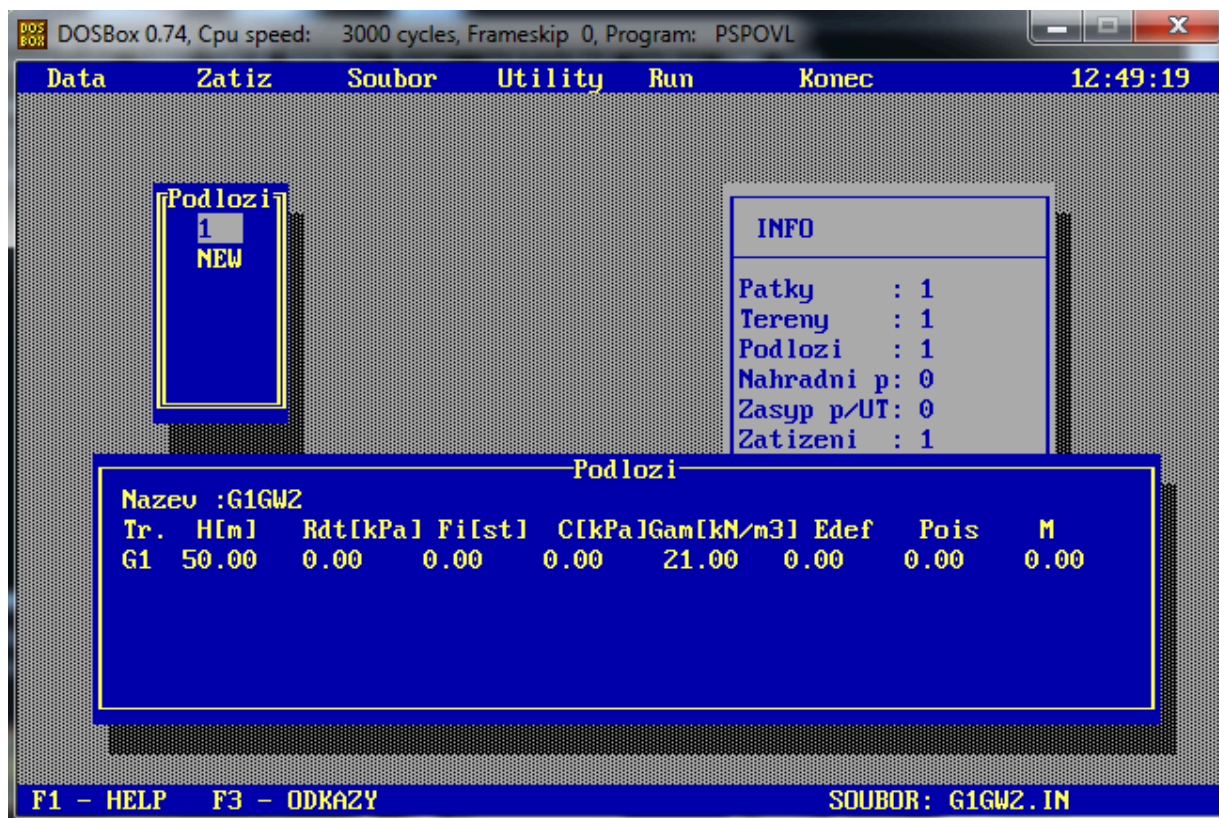
Legenda:

- Název - název posuzované základové konstrukce (záleží na uživateli);
- Tvar - zadává se kód tvaru patky, 1 (obdélník), 4 – 99 (n - úhelník), 100 (kruh);
- Ldx+ (-) - rozměry dříku ve směru osy x měřené od počátku souřadného systému [m];
- Ldy+ (-) - rozměry dříku ve směru osy y měřené od počátku souřadného systému [m];
- MaxX+(-) - maximální rozměr základové konstrukce ve směru osy x, vždy >0, [m];
- MaxY+(-) - maximální rozměr základové konstrukce ve směru osy y, vždy >0, [m];
- Dmin - minimální kóta základové spáry, hodnota je omezena vnějšími podmínkami [m];
- Dmax - minimální kóta základové spáry, hodnota je omezena vnějšími podmínkami [m].

Značky veličin jsou uváděny bez rozlišení dolního indexu a jsou převzaty dle obrazovky pro zadávání vstupních dat výpočtu (viz Obrázek 39).

8.4 Podloží

Do části programu, která je určena pro zadávání vstupních parametrů týkajících se podloží zadává uživatel následující údaje (viz legenda). Z důvodu možnosti posuzovat základové konstrukce pro všechny tři geotechnické kategorie (viz kapitola 6.2, strana 51), je níže uvedena legenda rozdělena na dvě části, které rozlišují posuzování konstrukcí dle příslušné geotechnické kategorie.



Obrázek 40 : Zadávání údajů do programu PC – patka, část zadávání údajů charakterizujících podloží.

Legenda (data potřebná pro výpočet konstrukcí v 1. geotechnické kategorii):

- Tr - třída zeminy dle [11];
- H - mocnost vrstvy zeminy [m];
- Rdt - tabulková únosnost dané vrstvy [kPa];
- γ - objemová tíha dané vrstvy [kN/m³].

Legenda (data potřebná pro výpočet konstrukcí ve 2. a 3. geotechnické kategorii):

- Fi - úhel vnitřního tření zeminy [°];
- C - soudržnost [kPa];
- Edef - modul přetvárnosti [MPa];
- Pois - Poissonovo číslo, dle tab. 11 a 6 14, příloha 5, [11];
- M - opravný součinitel přetížení dle tab. 10, [11].

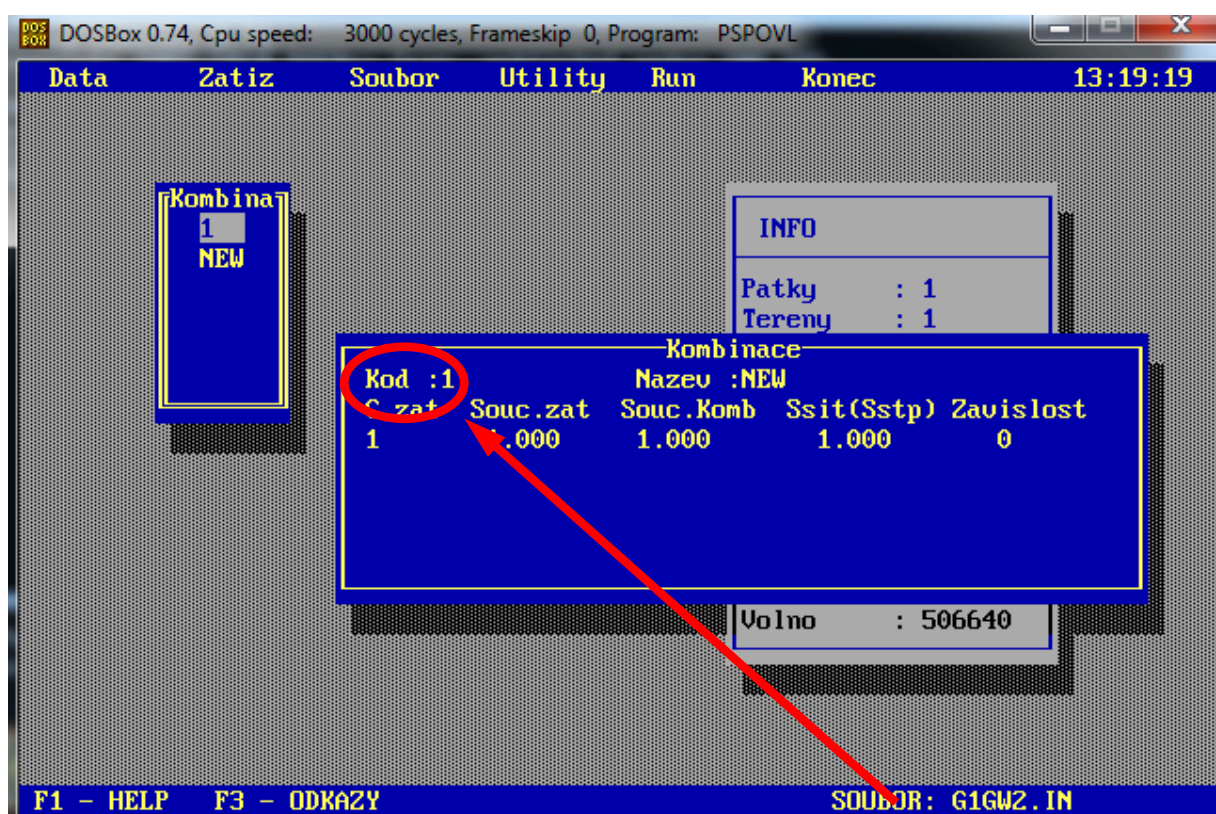
Značky veličin jsou uváděny bez rozlišení dolního indexu a jsou převzaty dle obrazovky pro zadávání vstupních dat výpočtu (viz Obrázek 40).

8.5 Kombinace zatížení

Kombinace zatížení je soubor současně působících zatížení, kterými chceme patku zatížit abychom otestovali, zda vyhoví na některý mezní stav, který je zadán. Kód mezního stavu, na který chceme základovou konstrukci posuzovat se uvádí číslem v položce kód kombinace. [46]

Kód kombinace:

- 1 mezní stav únosnosti
- 2 mezní stav přetvoření
- 3 mezní stav převržení
- 4 mezní stav posunutí
- 5 stabilita proti vyoření



Obrázek 41 : Zadávání údajů do programu PC – patka, část zadávání kódu kombinace zatížení.

Značky veličin jsou uváděny bez rozlišení dolního indexu a jsou převzaty dle obrazovky pro zadávání vstupních dat výpočtu (viz *Obrázek 41*).

8.6 Rozměry základových konstrukcí

Tato část je zaměřena na stanovení rozměrů základových konstrukcí, které jsou nejvíce navrhovány u staveb nejen občanské vybavenosti. Jedná se o základové konstrukce následujících typů:

- plošné základové konstrukce (základové pásy) stěnového konstrukčního systému rodinných domů;
- plošné základové konstrukce (základové pásy) stěnového konstrukčního systému staveb občanské vybavenosti;
- plošné základové konstrukce (patky) pod skeletový konstrukční systém.

Uvedené rozměry byly získány na základě zkušeností s realizací základových konstrukcí odborníky, kteří se zabývají jejich realizací i několik desítek let.

Tabulka 8-1: Stanovení nejběžněji realizovaných základových konstrukcí typů staveb

Odborník	Rodinné domy [m]	Občanská vybavenost [m]	Skeletový systém [m]
Ing. Zdenek Kubec hlavní stavbyvedoucí, SYNER, s.r.o., Dr. Milady Horákové 580/7, 460 01, Liberec 4	(0,6; 0,4)	(1,2; 0,6)	(1,6×1,6)
Ing. David Mareček Projektování pozemních či inženýrských staveb včetně statických návrhů i posouzení.	(0,5; 0,4)	(1,1; 0,7)	(1,5×1,5)
Doc. Ing. Karel Kubečka, Ph.D znalec z oboru 1.projektování, 2.stavebnictví.	(0,5; 0,4)	(1,2; 0,7)	(1,5×1,5)
Ing. Jiří Klemeš stavbyvedoucí, VCES a.s., Fibichova 1141/2, 772 00, Olomouc	(0,6; 0,4)	(1,1; 0,6)	(1,4×1,4)
Průměrná hodnota	(0,55; 0,4)	(1,15; 0,65)	(1,5×1,5)

V uvedené tabulce jsou uvedeny průměrné hodnoty na základě dlouhodobých praktických zkušeností s realizací základových konstrukcí. Ve sloupci Rodinné domy znamenají údaje v závorce průměrnou tloušťku základové konstrukce pod obvodovou nosnou zdí (první údaj) a průměrnou tloušťku základové konstrukce pod střední nosnou zdí (druhý

údaj). Ve sloupci Občanská vybavenost znamenají údaje v závorce průměrnou tloušťku základové konstrukce pod obvodovou nosnou zdí (první údaj) a průměrnou tloušťku základové konstrukce pod střední nosnou zdí (druhý údaj). Ve sloupci Skeletový systém znamenají údaje průměrné nejčastěji realizované základové patky při zakládání skeletových konstrukčních systémů.

9 Výsledky disertační práce s uvedením nových poznatků

Disertační práce prokázala, že je možné provést hodnocení založení stavby (stavebního objektu), případně zakládání staveb v ploše širšího území nebo územního celku metodou SWOT analýzy. Toto podloží nebo území lze touto metodou poměrně jednoduše a prakticky přijatelně identifikovat, jak uvádí předcházející kapitoly z různých technických hledisek. Do hodnocení může vstupovat expertní názor založený jak na odborném odhadu, tak na orientačním výpočtu a nebo na zkušenostech posuzovatele, přičemž je možno hodnotit společně kritéria různé důležitosti. Toto kritéria jsou váhována vzájemně k sobě a vždy pro celou matici mají hodnotu 100% nezávisle na jejich počtu, který není omezen, pouze doporučen.

Takovýmto způsobem jehož výstupem bude číselné (případně slovní) hodnocení na zvolené stupnici (obdobně jako známka ve škole), lze spojit stabilitu či nestabilitu podloží a dalších vlivů přijatých do hodnocení s příčinami poruch staveb realizovaných na těchto územích (nestabilním podloží).

Naprosto shodným způsobem lze hodnotit území určená pro budoucí výstavbu a tím analyzovat možné příčiny poruch na těchto nestabilních podložích do budoucna a tím jim předcházet volbou vhodných technických opatření.

Třetí oblast, ve které se uplatní výsledky disertační práce je oblast ekonomická. Pomocí hodnocení území s použitím uvedené SWOT analýzy lze redukovat ceny pozemků i staveb v závislosti na nutných opatřeních pro eliminaci příčin poruch na nestabilních podložích.

Výstupem pak mohou být například „mapy vhodnosti“ území v jakékoli podobě podle zvolených kritérií a požadavků uživatelů. Jedním z důsledků takového mapování je pak ekonomická stránka výstavby. Podoba se naskýtá například ve stanovení třídy stavenišť, jak ji známe z normy [3].

10 Závěry pro realizaci v praxi a rozvoj vědního oboru

Realizaci výsledku disertační práce v praxi je možno spatřovat v uplatnění hodnocení podloží stavby a to samostatně (při posuzování technického hlediska výstavby) a nebo, pokud se jedná o ekonomické hledisko, tak v návaznosti na ostatní vnější vlivy.

Pro rozvoj vědního oboru v této oblasti může být přínosem toto hodnocení v případě, kdy bude snaha nenalézt pouze konkrétní hodnocení, ale rozpětí hodnocení, tedy obor platných výsledků v intervalu od minima po maximum. Zde je možné uplatnění například namísto analytického vyhodnocení výhodně použít vyhodnocení pomocí histogramů.

Závěrem je možno konstatovat, že SWOT analýza je použitelná a vhodná pro hodnocení příčin poruch staveb založených na nestabilním podloží.

V současné době narůstá tlak pojišťoven, developerů po jednoznačné kvantifikaci rizikovosti. Další možnost uplatnění disertační práce je také při stanovování rizikovosti a to zejména při posuzování objektů na nestabilním podloží, ale také nestabilního podloží a jeho vhodnosti či nevhodnosti pro založení objektů.

Disertační práce může sloužit jako podklad pro vytvoření „map vhodnosti“ území v jakékoli podobě podle zvolených kritérií a požadavků uživatelů. Jedním z důsledků tvorby takovýchto map je ekonomická stránky výstavby.

Další možné uplatnění disertační práce je v oboru forenzních věd, konkrétně například při stanovení koeficientu K6 používaného v komparační metodě odhadu nemovitostí, jak je dále popsáno (kapitola 7.5, strana 60). Toto využití je v současné době předmětem přihlášení certifikované metodiky, neboť doposud se tento koeficient nepočítal, ale stanovil se na základě úvahy znalce, přičemž měl reprezentovat „jiné nepostižitelné vlivy“.

11 Použitá literatura

11.1 Normy

- [1] ČSN 73 0031a Stavební konstrukce a základy. Základní ustanovení pro výpočet.
- [2] ČSN 73 0035a Zatížení stavebních konstrukcí
- [3] ČSN 73 0039. Navrhování objektů na poddolovaném území, základní ustanovení.
- [4] ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení (listopad 2000)
- [5] ČSN P 73 0606 Hydroizolace staveb – Povlakové hydroizolace – Základní ustanovení (listopad 2000)
- [6] ČSN 73 1204a Navrhování betonových deskových konstrukcí působících ve dvou směrech.
- [7] ČSN 73 1205 Betonové konstrukce. Základní ustanovení pro navrhování.
- [8] ČSN 74 4505 Podlahy – společná ustanovení (červen 1994)
- [9] ČSN 74 4506 Podlahy – zkušební metody (8.1.1964)
- [10] ČSN EN 206-1 Beton - část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [11] ČSN 73 1001 Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy; 1987
- [12] ČSN 73 0090 Zakládání staveb. Geologický průzkum pro stavební účely; 1962
- [13] ČSN 73 1010 Názvosloví a značky pro zakládání staveb; 1984, a-88
- [14] ČSN EN 1997 – 1 Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla (leden 2006)

11.2 Vyhlášky, zákony, směrnice

- [15] Vyhláška č.137/1998 Sb., Vyhláška ministerstva pro místní rozvoj ze dne 9.6.1998 o obecných technických požadavcích na výstavbu.
- [16] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon) ze dne 14. března 2006.
- [17] Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství, (horní zákon), ve znění zákona ČNR č. 541/1991 Sb., zákona č. 10/1993 Sb., zákona č. 168/1993 Sb., zákona č. 132/2000 Sb., zákona č. 258/2000 Sb., zákona č. 366/2000 Sb., zákona č. 315/2001 Sb., zákona č. 61/2002 Sb., zákona č. 320/2002 Sb., zákona č. 150/2003 Sb., zákona č. 3/2005 Sb. a zákona č. 386/2005 (účinnost od 1.1.2006)

11.3 Literatura

- [18] Machač J., Langrová P.: Uhelné hornictví v Ostravsko Karvinském revíru. Ostrava: Anagram s. r. o., 2003, ISBN 80-7342-016-3.
- [19] Bradáč J.: *Účinky poddolování a ochrana objektů*. Ostrava: Expert – technické nakladatelství Ostrava, 1956, ISBN.
- [20] BRADÁČ, J.: Základové konstrukce. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 1995. 269 s. ISBN 80-85-867-60-5.
- [21] TURČEK, P., HULLA J.: Zakladanie staveb. Bratislava: Jaga group, s.r.o. 2004. 359 s. ISBN 80-88905-42-7.
- [22] TURČEK, P., HULLA J., Šimek J.: Mechanika zemín a zakladanie stavieb. Bratislava: ALFA. 1991. 336 s. ISBN 80-05-00728-0.
- [23] Tichý a kol. : Zatížení stavebních konstrukcí, technický průvodce číslo 45, SNTL Praha 1987.
- [24] Bažant : Zakládání staveb, SNTL Praha 1981.
- [25] Vaverka J. a kol. : Stavební fyzika 1. Urbanistická stavební a prostorová akustika. VUT Brno 1998.
- [26] Mrlík F.: Vlhkostné problémystavebních materiálů a konstrukcí. ALFA Bratislava 1985.
- [27] Vasiljev B. D.: *Zakládání velkých budov na silně stlačitelných zeminách*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1955.
- [28] Kolář,V.-Němec,I.: Energetická definice a algoritmy nového modelu podloží. Stavebnický časopis 26 č.7, VEDA Bratislava 1978, s.565-581
- [29] Pasternak,P.L.: Osnovy novovo metoda rasčota fundamentov na uprugom osnovanii pri pomošči dvuch koefficientov posteli. Gosstrojizdat, Moskva 1954. 55 s.
- [30] KUBEČKA, K., Rizika staveb, příčiny vzniku poruch, důsledky poruch a způsob hodnocení, VŠB-TU Ostrava, vědecké publikace Fakulty stavební, Edice Doktorské disertační, habilitační a inaugurační spisy, ISSN: 1213-7456, ISBN: 978-80-248-1800-9, Ostrava 2009.
- [31] Kubečka, K., Riziková analýza jako alternativní metoda stanovení výše škody na stavebním objektu a určení výše zhodnocení, recenzovaný časopis Soudní inženýrství, ročník 20-2009, číslo 02/2009, ISSN, 1211-443X, (recenze: Prof.RNDr.Ing. Petr Štěpánek, CSc. A Doc.Ing.Miroslav Bajer, CSc.), vydává Ústav soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně, Údolní 53, 602 00 Brno, strana, 66-71.
- [32] Kubečka, K., Využití metod analýzy rizik v rozhodovacím procesu o vhodnosti sanace, Časopis Stavebnictví, ročník IV, číslo 02/10, ISSN, 1802-2030, vydává, Expo data spol. s r.o., Výstaviště 1, Brno, strana, 26-31, Recenze: Prof. Ing.Milík Tichý, DrSc.

- [33] Kubečka, K., Výše škody a zhodnocení stavebních konstrukcí metodou analýzy rizik, Časopis Stavebnictví, ročník IV, číslo 02/10, ISSN, 1802-2030, vydává, Expo data spol. s r.o., Výstaviště 1, Brno, strana, 32-35, Recenze: Prof. Ing.Milík Tichý, DrSc.
- [34] Kubečka, K., Zkušenosti s nástroji analýzy rizik ve znalecké praxi, Soudní inženýrství, ročník 21-2010, číslo 04/2010, ISSN, 1211-443X, (recenze: Prof.RNDr.Ing. Petr Štěpánek, CSc. a Doc.Ing.Miroslav Bajer, CSc.), vydává Ústav soudního inženýrství Vysokého učení technického v Brně, Údolní 53, 602 00 Brno, strana, 204-207.
- [35] Tichý M., Ovládání rizika, analýza a management, Beckova edice ekonomie, C.H.Beck v Praze roku 2006, první vydání, ISBN: 80-7179-415-5.
- [36] MARSCHALKO, M., PEŇÁZ, T., BEDNÁRIK, M., YILMAZ, I., BOUCHAL, T., KUBEČKA, K., DURAJ, M. Valorizovaná vhodnost území pro zakládání staveb - ZM 10 list 15-44-02. 2011.
- [37] MARSCHALKO, M., PEŇÁZ, T., BEDNÁRIK, M., YILMAZ, I., BOUCHAL, T., KUBEČKA, K., DURAJ, M. Valorizovaná vhodnost území pro zakládání staveb - ZM 10 list 15-44-07. 2011.
- [38] MARSCHALKO, M., PEŇÁZ, T., BEDNÁRIK, M., YILMAZ, I., BOUCHAL, T., KUBEČKA, K., DURAJ, M. Valorizovaná vhodnost území pro zakládání staveb - ZM 10 list 15-44-03. 2011.
- [39] MARSCHALKO, M., PEŇÁZ, T., BEDNÁRIK, M., YILMAZ, I., BOUCHAL, T., KUBEČKA, K., DURAJ, M. Valorizovaná vhodnost území pro zakládání staveb - ZM 10 list 15-44-08. 2011.
- [40] MARSCHALKO, M., YILMAZ, I., KUBEČKA, K., BEDNÁRIK, M., DURAJ, M., LAHUTA, H. Selected geobarriers as part of land use planning information and rating service. 11th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2011 (1.-3. díl), 2011, roč. 2011, č. I, s. 591-598.
- [41] Gosnold, W.D., P. E. Todhunter, and W. Schmidt (1997), The borehole temperature Record of climate warming in the mid-continent of North America, Global Planet. Change, 15, 33 - 45.
- [42] Harris, R. N., and D. S. Chapman (2001), Mid-latitude (30_-60_) climatic warming inferred by combining borehole temperatures with surface air temperatures, Geophys. Res. Lett., 28, 747 - 750.
- [43] Huang, S. (2004), Merging information from different resources for new insights into climate change in the past and future, Geophys. Res. Lett., 31, L13205, doi:10.1029/2004GLO19781.
- [44] Lin, X., J.E. Smerdon, A. W. England, and H. N. Pollack (2003), A model study of the effects of climatic precipitation changes on ground temperatures, J. Geophys. Res., 108(D7), 4230, doi:10.1029/2002JD002878.

11.4 Podklady

- [45] UNIGEO Ostrava – geologický průzkum – správní budova Ostravských komunikací

11.5 Počítačové programy

- [46] Bradáč J., Spáčil I.: Precise Patka 1.14 Uživatelský manuál. HUTNÍ PROJEKT OSTRAVA. 1990. 50 s.

11.6 Podklady na internetu

- [47] Odkaz na článek o kostelu Sv. Petra z Alcantary
http://www.karvina.cz/portal/page/portal/uvodni_stranka/mesto_karvina/cim_mesto_zije/atrakce/%C5%A0ikm%C3%BD%20kostel%20sv.%20Petra%20zAlcantary%20-%20rarita%20v%20cel%C3%A9m%20%C4%8Cesku?mi=498582&_template=/uvodni_stranka/WWW_DETAIL_TEXT
- [48] Odkaz na mapy udávajících údaje o území zasaženo důlní činností a dobýváním.
<http://www.geofond.cz/cz/domu>
- [49] GRASSEOVÁ, M., Využití SWOT analýzy pro dlouhodobé plánování. *Obrana a strategie*. 2006, 2, s. 48-55. Dostupný také z WWW:
<http://www.defenceandstrategy.eu/filemanager/files/file.php?file=6510>
- [50] Odkaz na zdroj informací <http://slovník-cizich-slov.abz.cz/web.php/slovo/swot>
- [51] Odkaz na zdroj informací <http://cs.wikipedia.org/wiki/SWOT>
- [52] Odkaz na zdroj informací
http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/a/a4/SWOT_cs.svg/2000px-SWOT_cs.svg.png

12 Seznam publikací

- [53] HAMALA, M., VLČEK, P. Model stěny se stahovaným základovým pasem. In 33. Vedecká konferencia katedier a ústavov konštrukcií pozemných stavieb. Bratislava : STU Bratislava, 2009, s. 24-29. ISBN 978-80-227-3182-9.
- [54] KUBEČKA, K., VLČEK, P. 209109-Unistav Brno, odborné vyjádření k vadám obálky budovy Náměšť nad Oslavou. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, 2011. 25 s.
- [55] KUBEČKA, K., VLČEK, P., ORAVEC, P. 209110-OS Olomouc 28C443/2008 - ZP. 2011.
- [56] KUBEČKA, K., SLIVKA, V., MALÍŠ, J., VLČEK, P., MARŠCHALCO, M. 209111-Shopping park Ostrava-posouzení vady a poruch. Ostrava : SKANSKA, 2011.
- [57] KUBEČKA, K., SKOTNICOVÁ, I., VLČEK, P., STUDENT, A. ZU-FAST-48/2011-Posouzení zastínění domu č.p. 49, k.ú. Svinov a zastínění pozemků. 2011. 44 stran s.
- [58] KUBEČKOVÁ SKULINOVÁ, D., ČMIEL, F., FABIAN, R., HALÍŘOVÁ, M., JAŠEK, M., PEŘINA, Z., ŠEVČÍKOVÁ, H., TICHOMIROV, V., VLČEK, P., WOLFOVÁ, M. Příprava a provádění staveb. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební, 2010. 228 s. ISBN 978-80-248-2152-8.
- [59] KUBEČKOVÁ SKULINOVÁ, D., KUBENKOVÁ, K., GALDA, Z., ORAVEC, P., VLČEK, P. Administrativní budovy industriálních sídel. 2007.
- [60] SKOTNICOVÁ, I., LOKAJ, A., ORAVEC, P., KUBENKOVÁ, K., KUBEČKOVÁ SKULINOVÁ, D., VLČEK, P., PEŘINA, Z., GOCÁL, J., ĎURICA, P., KORENKOVÁ, R., RYBÁRIK, J. Dřevostavby a dřevěné konstrukce : I. a II. díl. Brno : Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2010. 309 s. ISBN 978-80-7204-732-1.
- [61] VLČEK, P. Rozvoj studijního oboru příprava a realizace staveb. In Zborník z medzinárodnej konferencie. Miroslav Gibala, KNM, 2010, s. 55-58. ISBN 978-80-970171-6-3.
- [62] VLČEK, P., ČÁBI, L. Bednění stěn hloubené části tunelu II – VMO Dobrovského bednicím systémem PERI. Sborník vědeckých prací VŠB-TUO, řada stavební, 2010, roč. 10, č. 1, s. 175-182. ISSN 1213-1962.
- [63] VLČEK, P. Poruchy podlah a obvodových stěn způsobené založením stavby na nestabilním podloží. In Juniorstav 2008. Brno : VUT FAST v Brně, 2008, s. 42-42. ISBN 978-80-86433-45-5.
- [64] VLČEK, P. Rekonstrukce, sanace základových konstrukcí budovaných na nestabilním podloží. In Juniorstav 2008. Brno : VUT FAST v Brně, 2008, s. 43-43. ISBN 978-80-86433-45-5.

- [65] VLČEK, P. Poruchy a rekonstrukce obvodových plášťů staveb založených na nestabilním podloží. In Poruchy a rekonstrukce obvodových plášťů a střešních. Košice : TU Košice, 2008, s. 163-166.
- [66] VLČEK, P. Prosklený obvodový plášť zimní zahrady. Stavitel, 2008, roč. XVI, č. 04, s. 42-44. ISSN 1210-4825.
- [67] VLČEK, P. Objects founded on unstable subsoil. In WTA Forschung Research. Shanghai : WTA -Geschäftsstelle, 2008, s. 235-242. ISBN 978-3-937066-10-3.
- [68] VLČEK, P., ČMIELOVÁ, R., JAŠEK, M. Návrh dřevostavby, projekt a skutečnost. In Dřevostavby. Žilina : Žilinská univerzita v Žilině, 2009, s. 179-184. ISBN 978-80-970171-0-1.
- [69] VLČEK, P. Rodinný dům Ostrava-Pustkovec. In Dřevostavby a konstrukce na bázi dřeva. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, 2009, s. 97-102. ISBN 978-80-248-2096-5.
- [70] VLČEK, P., ČÁBI, L. Betonáž tunelů pomocí bednicích forem firmy PERI. Sborník vědeckých prací VŠB-TU Ostrava, řada stavební, 2009, roč. IX, č. 1, s. 77-84.
- [71] VLČEK, P. Modelování a sanace základových konstrukcí budov založených na nestabilním podloží. In Den tvůrčích činností Moravskoslezského kraje. Ostrava : VŠB TU Ostrava, 2009, s. 141-144. ISBN 978-80-7368-673-4.
- [72] VLČEK, P. Podlahy a stěny porušené nestabilním podložím. Materiály pro stavbu, 2009, roč. 15, č. 3, s. 52-53. ISSN 1211-0787.
- [73] VLČEK, P., FABIAN, R., BALCAR, Z. Vznik a likvidace plísní způsobených vlivem tepelných mostů. In Sborník příspěvků - Letní škola projektu TRANSPOFAST. Ostrava : FAST VŠB - TU Ostrava, 2006, s. 11-19. ISBN 80-248-1156-1.
- [74] VLČEK, P., FABIAN, R., KUBEC, Z. Bytový dům Ostrava Hrabůvka, rekonstrukce zimních zahrad. In Poruchy a rekonstrukce 2006 : zděné budovy, stavebně fyzikální problematika, statické poruchy, diagnostika. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2006, s. 51-57. ISBN 80-248-1157-X.
- [75] VLČEK, P. Prosklený obvodový plášť zimní zahrady. In Juniorstav 2007 : 9. odborná konference doktorského studia : sborník anotací. Brno : Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, 2007, s. 62-62. ISBN 978-80-214-3337-3.
- [76] VLČEK, P. Zimní zahrada nebo prosklený balkon. In Poruchy a rekonstrukce obvodových plášťů a střešních. Košice : TU Košice, 2007, s. 133-138. ISBN 978-80-232-1275-5.
- [77] VLČEK, P., KUBEC, Z. Prosklený balkon a jeho poruchy. In Životnost a spolehlivost stavebních materiálů a konstrukcí. Opole : Politechnika Opolska, 2007, s. 117-118. ISBN 83-923680-1-0.